

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Е. С. Воеводин

«____» _____ 20__ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**«Повышение уровня привлекательности общественного
пассажирского транспорта города Красноярска»**

23.04.01 Технология транспортных процессов

23.04.01.01 Организация перевозок и управление
на автомобильном транспорте

Научный руководитель

канд. тех. наук, доцент Е. Г. Махова

Выпускник

Д. О. Шкопкина

Рецензент

С. А. Барсуков

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация «Повышение уровня привлекательности общественного пассажирского транспорта города Красноярск» включает введение, обзор литературы, 2 главы практической части, заключение и список литературы, занимает 71 страниц машинописного текста, материал представлен в виде 7 таблиц, 26 рисунков, проанализировано 52 источника литературы.

ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ, ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА, КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ, ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Объект исследования: транспортная система общего пользования г. Красноярск.

Цель исследования: оценка привлекательности общественного пассажирского транспорта и разработка мероприятий по совершенствованию транспортной системы общего пользования г. Красноярск.

Задачи исследования:

- исследовать методики оценки предпочтений индивидов при выборе группы пассажирского транспорта (общественный транспорт общего пользования и личный транспорт индивидуального пользования);
- разработать перечень факторов, отвечающих за удовлетворенность населения качеством предоставляемых транспортных услуг, и установить весомость каждого фактора;
- определить вероятность выбора пассажиром общественного транспорта общего пользования;
- предложить меры по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта.

В результате исследования выявлены причины низкой популярности пассажирского транспорта общего пользования г. Красноярск, предложены меры по повышению его привлекательности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Обзор литературы. Методы определения предпочтений населения в выборе вида транспорта	6
1.1 Прогнозирование спроса на определенный вид транспорта	6
1.2 Эконометрика в распределении пассажиров по способам передвижения	11
1.2.1 Правило максимизации полезности. Модели дискретного выбора .	15
1.2.2 Модель дискретного выбора Nested Logit (NL).....	18
2 Методы исследований	21
2.1 Методика оценки предпочтений	21
2.2 Программа социологического исследования	22
3 Результаты исследований.....	28
3.1 Результаты социологического исследования.....	28
3.2 Расчет полезностей и вероятности выбора альтернатив.....	36
3.3 Меры по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А Презентационный материал	72

ВВЕДЕНИЕ

Городской общественный транспорт можно назвать наиболее социально-значимой составляющей транспортного городского комплекса. По этой причине, повышение качества транспортного обслуживания населения городским пассажирским общественным транспортом является экономически значимым и социально важным вопросом.

Актуальность темы. На сегодняшний день проблема перегруженности дорог стала одной из актуальнейших для крупных городов. Она ведет к ряду негативных последствий, таким как потеря времени в пути, пробки, ухудшение экологии, чрезмерное потребление топлива. Поэтому необходимо верно прогнозировать спрос на перемещение посредством разных групп транспорта, и, впоследствии, принимать меры по повышению привлекательности общественного транспорта общего пользования. На сегодняшний день общественный пассажирский транспорт – это лучшая альтернатива личному в масштабах большого города.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является территория города Красноярска и действующая на ней автобусная транспортная система общего пользования. Предметом исследования являются предпочтения жителей города в выборе группы транспорта, модели определения вероятности принятия решения индивидом в пользу одной из транспортных альтернатив.

Цель и задачи работы. Цель исследования заключается в оценке привлекательности общественного пассажирского транспорта и разработке мероприятий по совершенствованию транспортной системы общего пользования г. Красноярска.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. исследовать методики оценки предпочтений индивидов при выборе группы пассажирского транспорта (общественный транспорт общего пользования и личный транспорт индивидуального пользования);
2. разработать перечень факторов, отвечающих за удовлетворенность населения качеством предоставляемых транспортных услуг, и установить весомость каждого фактора;
3. определить вероятность выбора пассажиром общественного транспорта общего пользования;
4. предложить меры по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта общего пользования.

Исследования были проведены на базе МКУ «Красноярскгортранс».

При выполнении работы использовались эмпирические методы, в частности, регистрационные (наблюдение и регистрация интенсивности транспортных потоков на транспортных узлах города, мониторинг существующей транспортной ситуации в г. Красноярск) и социологические (опрос в виде анкетирования для определения числовых значений факторов оценки альтернатив). А также теоретические методы: расчетные (определение полезностей двух альтернатив и вероятностей выбора одного из двух исследуемых видов транспорта), анализ, сравнение, синтез, обобщение, прогнозирование для обработки полученных результатов, литературных данных, формулирования выводов и рекомендаций.

Научная новизна исследований заключается в анализе прогрессивных методов оценки предпочтений индивидов при выборе группы транспорта.

Практическая значимость работы. Анализ причин выбора населением личного транспорта индивидуального пользования позволит определить слабые стороны в организации общественного пассажирского транспорта в городе. Предложенные меры по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта могут в дальнейшем быть полезными транспортным организациям при совершенствовании системы транспортного обслуживания населения.

1 Обзор литературы. Методы определения предпочтений населения в выборе вида транспорта

1.1 Прогнозирование спроса на определенный вид транспорта

Общественный пассажирский транспорт — это лучшая альтернатива личному в масштабах большого города. Поэтому необходимо верно прогнозировать спрос на перемещение посредством разных видов транспорта, и, впоследствии, принимать меры по повышению привлекательности общественного транспорта.

В общем смысле слова под прогнозом понимается система научно обоснованных представлений об альтернативных путях динамики объекта, допустимых состояниях и траекториях его развития в будущем. Вместе с тем сам процесс разработки прогноза в науке именуется прогнозированием [4].

Прогнозирование спроса – это научное предугадывание структуры спроса на потребительские товары и услуги и его общего объема, которые могут отражаться на рынке в прогнозируемом промежутке, учитывая конкретные условия смещения платежеспособности потребителей и объемов предложения товаров. Прогнозирование потребительского спроса важно при создании стратегий усовершенствования торговых и производственных организаций, а также для разработки целесообразной политики государственного регулирования обращения товаров и информации для расчета прогнозов [3].

Спрос или, другими словами, емкость рынка в экономике — это зависимость между количеством (Q) и ценой (P) товара, который покупатели могут и желают приобрести по конкретной цене, в конкретный промежуток времени. Совокупность спросов на товар по различным ценам называется полным спросом на данный товар [4].

Выделяют следующие виды спроса:

1) отрицательный – когда клиенты избегают покупку данного товара или услуги, безразличны к нему и у них отсутствует интерес;

2) скрытый – когда может существовать желание приобретения, однако его нет возможности удовлетворить на рынке товаров и услуг;

3) падающий – снижение спроса на один или более товаров, выпускаемых предприятием;

4) нерегулярный – спрос является сезонным (можно заранее предвосхитить изменения спроса в определенный временной период и тогда предлагать клиенту новинки. Новые товары необходимо презентовать покупателям во время наивысшей точки спроса на продукцию аналогичного назначения. Подобная система мер даст возможность ускорить выведение новинок на рынок и спровоцирует рост спроса на соответствующие товары. Колебания спроса возникают в определенные промежутки времени: день, неделя, месяц, год);

5) полноценный – спрос, полностью удовлетворяющий предприятие.

Методы прогнозирования спроса:

1) Эвристические методы прогнозирования спроса — представляют собой группу опросных методов прогнозирования объемов продаж: метод экспертной оценки, где экспертное мнение дают специалисты и менеджеры предприятия; осуществление опроса торговых представителей о планируемых объемах сбыта на территориях, которые они обслуживают, и дальнейшее суммирование их оценок; опрос заказчиков о планируемом объеме заказов [4].

– социологические – основываясь на итоговых результатах опросов потребителей, их предпочтениях и мнении. Всегда существуют цели исследования, в зависимости от которых методы социологических исследований делят на две группы: выясняющие намерения потребителей и определяющие их ожидания. В отличие от намерений, в случае с ожиданиями человек осведомлен обо всех возможных вариантах действий и о том варианте, который в конкретных обстоятельствах нужно выбрать. Для проведения опросов, касающихся ожиданий, преимущественно используют вероятностные оценки [4].

– экспертные методы – методы основанные на экспертных данных. В теории правомерность экспертных методов обуславливается тем, что, с точки зрения методики, верно полученные экспертные суждения отвечают двум общепринятым в науке показателям достоверности любого нового знания: точности и получения результата [4].

2) Экономико-математические:

– статистические – к которым относят: расчет коэффициента эластичности спроса, экстраполяции (основывается на предыдущем опыте, который проецируется на будущее), моделирование (строится прогнозная модель, отражающая, как изучаемый параметр зависит от ряда некоторых факторов) [3,4].

3) Специальные – модели тренда, представленные в графическом, либо в математическом виде. Тренд – это временный фактор, отражающий тенденцию изменения показателей. Такие модели учитывают особенности спроса на разные товары. Для товаров длительного пользования применяют тестирование рынка, панельные опросы; в случае с товарами единовременного пользования используют метод пробных покупок и повторных покупок.

На спрос влияют абсолютно все сферы: социальная, политическая, конкуренты, уровень жизни, потребители.

Покупательная способность – это показатель в экономике, который обратно пропорционален количеству необходимой для погашения определенной потребительской корзины товаров и услуг валюты.

Показатель покупательной способности отражает то количество товаров и услуг, которое обычный потребитель сможет купить на определенную сумму денежных средств, при конкретном уровне цен. Покупательная способность находится в зависимости от уровня доходности населения и той части денежных средств, которая выделена непосредственно на покупки. Однако, она в равной степени определяется размером тарифов на услуги и ценой. Снижение покупательной способности валюты именуют инфляцией, а рост - дефляцией. Покупательская способность населения, иначе называемая их

платежеспособностью, отражает количество услуг и товаров, которое население готово купить за деньги, которые у них есть, учитывая, при этом, существующий уровень цен [4].

Если анализировать существующие методики прогнозирования спроса, для исследуемой нами области экономики, могут применяться следующие подходы:

1. генетический или традиционный подход — осуществление ретроспективного анализа реального количества запросов услуг, а так же выявление, с помощью эвристики, главных тенденций, которые определяют это количество на перспективу. Накоплен большой опыт применения данного подхода в рамках административно-командной системы, который показал его малоэффективным. Особенно такой подход неприменим в условиях быстрого изменения внешней среды существования экономических объектов. Это является характерной чертой современных условий в нашем государстве;

2. классический подход – вариант прогнозирования спроса, учитывающий лимитированное число доминантных факторов, как правило к ним относятся цены и доходы. Данный подход проанализирован в трудах многих популярных экономистов, которые посвятили себя теоретическим проблемам спроса на рубеже XIX-XX вв. (В. Парето, А. Маршалл, Г. Кассель, Л. Вальрас, Д. Хикс и др.) Они рассматривали преимущественно поведение потребителей – его анализ, изучали факторы, которые оказывают значительное влияние на спрос, в том числе, анализировали механизм взаимодействия спроса и предложения, доходов и цен.

3. Модифицированный подход – это тот же классический подход, но адаптированный к современному сложному механизму формирования спроса на продукцию сферы услуг. В основе данного подхода лежат новые концепции формирования спроса. В соответствии с этими концепциями невозможно эффективно его прогнозировать, не учитывая целый комплекс тесно связанных факторов. Комплекс формируется посредством специфики отраслевого

производства и особенностями потребления и реализации услуг в рамках современного переходного периода [3].

Рынок услуг сегодня сильно неоднороден как по видам предоставляемых на него услуг, так и по их качеству и уровню цены. Это вытекает из дифференцированности доходов в обществе. Помимо технологических требований к выполнению услуги, ее качество зависит и от других факторов: комфортность потребления услуги, время ожидания в очереди, удобство информационного обслуживания клиентов, особенности сети обслуживания в конкретном регионе и др. Все это может быть объединено под одним понятием «уровень сервиса» и не может быть точно упорядочено, как и невозможно строго количественно определить качество предоставляемых услуг. Это понятие не точное, а «виртуальное», используемое неформально, когда потребитель, являющийся представителем определенной доходной группы, принимает решение. Он делает выбор, полагаясь и на уровень цены, что характерно для классического варианта, и на соотношение цены и качества [5, 15].

При реализации модифицированного подхода используются особые статистические методы обработки результатов наблюдений. Во время этого процесса происходит наблюдение за доходами, расходами и ценами, и, помимо этого, определение других не менее важных факторов, которые влияют на качественные характеристики товара и услуги и на спрос. При этом выборки, для которых проводится такой анализ, должны быть представительны по всевозможным социально-экономическим группам, которые, в свою очередь, в значительной степени различаются приоритетами потребительского поведения [10].

В этом подходе реализуется моделирование экономических явлений в разных сферах существования человека, в том числе на транспорте.

1.2 Эконометрика в распределении пассажиров по способам передвижения

В связи с ростом загруженности городских транспортных сетей личными автомобилями, нехваткой парковочных мест, ростом вредных выбросов от транспорта в атмосферу и многих других причин, возникает потребность в сокращении числа автомобилей и привлечении водителей личного транспорта к использованию общественным.

Возможность учитывать различные варианты развития транспортных систем дает нам – моделирование. Оно является достаточно гибким инструментом при решении задач транспортного планирования и организации дорожного движения. При помощи прогнозных моделей можно проецировать последствия изменений в транспортной сети города, которые могут произойти в связи с изменением либо транспортного спроса, либо транспортного предложения. Моделирование транспортной сети включает в себя и моделирование пассажиропотоков по этой сети [28].

Концепция альтернативного выбора в области пассажирских перевозок применима на одном из этапов моделирования пассажиропотоков – Modal split. Всего в задаче моделирования пассажиропотоков традиционно выделяют четыре основных этапа:

1. Оценка общих объемов прибытия и отправления из каждого района города (Trip generation);
2. Определение матриц корреспонденций, определяющих объем передвижений между каждой парой расчетных районов города (Trip distribution);
3. Расщепление по способам передвижения (пешие передвижения, на личном автомобиле, на общественном транспорте и др.) (Modal split);
4. Распределение корреспонденций по транспортной сети, то есть определение всех путей, выбираемых пассажирами, и определение количества передвижений по каждому пути (Trip assignment) [28].

На этапе Modal split определяется распределение пассажиров по способам передвижений. Это могут быть пешие передвижения, на личном транспорте, на общественном. Однако, не менее важно определить, помимо существующих показателей, причины конкретного выбора.

Модальное расщепление осуществляется с применением стандартных моделей дискретного выбора: линейная вероятностная модель (linear probability model); логит (logit); пробит (probit); множественный логит (multinomial logit); упорядоченный логит (ordered logit); модели с группировкой (nested logit). Наиболее же распространенными в практическом применении, в связи с простотой численной реализации, являются логит модели [28, 52].

Существуют определенные правила принятия решения, которым следует индивид в процессе выбора из всех предложенных альтернатив наиболее подходящую для него. Другими словами, человек перерабатывает в голове всю информацию, касающуюся альтернатив, и в результате такого анализа производит их оценку. Выбор индивида не всегда рационален и может происходить хаотично. Это объясняется его тягой к разнообразию, либо же может быть связано с другими причинами, которым не свойственна четкая логика.

Правил принятия решений существует еще множество, и всем им может следовать определенный индивид. К таким правилам относят принцип «подражания лидеру» и выбор, базирующийся на привычке, не подразумевающий сравнение альтернативы с другими. Тем не менее, модель дискретного выбора может эффективно применяться и в этом случае, если привычка, ранее еще не являющаяся таковой, сложилась на основе преимущества этой альтернативы над другими, и с того времени предпочтения индивида мало или несущественно изменились. В случае с принятием решения по принципу «подражание лидеру» индивид может рассматриваться как рациональный, если система ценностей у «лидера» схожа с системой ценностей индивида.

Выделяется 4 вида поведения потребителей услуг:

1. Рациональное поведение. Потребитель использует информацию и не зависит от мнения других лиц.

2. Импульсивное (или аффектное). Определяется случайностями и не имеет экономического обоснования.

3. По привычке. В соответствии с социальными традициями, психологическими барьерами, сложностями принятия нового.

4. Социально-обусловленное. Зависимость выбора от поведения окружающих (престиж, социальный статус).

Существует такое важное понятие в науке как «эконометрика». Она занимается определением наблюдаемых в экономической жизни конкретных количественных закономерностей, с использованием статистических методов. Являясь связующим звеном между экономической теорией и практикой, она несет в себе прикладное значение.

Эконометрика – наука о моделировании экономических явлений, позволяющем объяснять и прогнозировать их развитие, выявлять и измерять определяющие факторы. Цель этой быстроразвивающейся отрасли экономической науки заключается в количественном описании экономических отношений. Как самостоятельное научное направление она выделилась в конце 20-х гг. XX века. На сегодняшний день курс эконометрики является одним из базовых в экономическом образовании [6].

Экономическое моделирование осуществляется на разных уровнях: макроуровень (модели национальной экономики); мезоуровень (модели региональной экономики, отраслей, секторов); микроуровень (модели поведения потребителя, домашних хозяйств, фирм, предприятий).

Существуют различные программные продукты, позволяющие легко осуществлять транспортное моделирование, основываясь на различных исходных данных. Одним из лидеров на мировом рынке является немецкая компания PTV AG. Программный комплекс PTV Vision включает средства для создания транспортных моделей макроуровня (прогнозных транспортных моделей) и микроуровня (имитационных транспортных моделей). Для каждого

уровня разработан свой программный продукт PTV Vision: для создания микромоделей – VISIM, для создания макромоделей – VISUM.

Подобные программные продукты несут в себе продуманный математический аппарат, посредством которого и осуществляется процесс математического моделирования транспортных систем [30].

Методы математического моделирования:

1. Модели временных рядов – это модели, построенные по данным, которые характеризуют один объект, заряд последовательных моментов (периодов) времени. Временной ряд – это совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных временных периодов. Выделяют следующие модели временных рядов:

- Модель тренда. Тренд – это стабильное изменение уровня показателя в течение длительного времени.

- Модель сезонности. Сезонность – это характеристика устойчивого внутригодового колебания уровня показателя.

2. Регрессионные модели с одним уравнением – уравнения, в которых зависимая переменная представляется в виде функции независимых (факторных) переменных.

- Линейные модели

- Нелинейные модели

3. Системы одновременных уравнений – системы уравнений, которые состоят из тождеств и взаимно зависимых регрессионных уравнений. В каждом таком уравнении аргументы содержат как объясняющие переменные, так и объясняемые переменные из других уравнений системы.

Этапы эконометрического моделирования:

1. Постановочный – на данном этапе формулируется цель исследования, а также определяется набор экономических переменных, участвующих в модели.

2. Априорный – посредством теоретических методов проводится анализ сущности изучаемого процесса и формализация известной до начала моделирования (априорной) информации.

3. Информационный – на этом этапе производится сбор необходимой статистической базы данных, иными словами, эмпирических значений экономических переменных, а также анализ качества собранной информации.

4. Спецификация модели – обнаруженные связи и соотношения выражаются в математической форме. Устанавливается состав экзогенных и эндогенных переменных, формируются начальные предпосылки и ограничения модели.

5. Параметризация – оцениваются параметры (коэффициенты) выбранной модели (уравнения, выражающего выбранную зависимость).

6. Идентификация модели – осуществляется статистический анализ модели и оценка её параметров.

7. Верификация (оценка качества модели) – проводится проверка адекватности модели. На этом этапе выясняется, удачно ли и насколько решены проблемы спецификации, идентификации, какова точность расчетов по данной модели, насколько построенная модель соответствует реальному экономическому явлению [17].

1.2.1 Правило максимизации полезности. Модели дискретного выбора

При выборе вида транспорта человек принимает решение, определяя для себя полезность одной из альтернатив. Каждая альтернатива несет за собой ряд определяющих ее факторов. Из этих факторов и складывается качество общественного транспорта. Если параметр низко оценивается индивидом, значит необходимо применять меры по повышению уровня предоставления услуги.

Процесс принятия решения индивидом о выборе группы транспорта должен быть рациональным, но чтобы он был таковым определено два главных принципа, которым необходимо соответствовать. К ним относятся: состоятельность и транзитивность. Под понятием состоятельности понимается то, что при повторении процедуры выбор индивида всегда будет одним и тем

же при неизменных условиях. Под транзитивностью предполагается расположение альтернатив в единственно возможном порядке по шкале предпочтений.

В процессе принятия решений индивид следует правилу – максимизирует собственную полезность. Полезность – это своеобразный индикатор, отражающий оценку человека. Она показывает выбор индивида, сложившийся из суммы всех факторов, характеризующих существующие альтернативы. Правило максимизации полезности предполагает, что существует функция, оценивающая все альтернативы выбора и учитывающая влияние всех значимых факторов и личных характеристик индивида.

Правило максимизации полезности гласит, что одна из альтернатив будет выбрана индивидом, если ее полезность для него больше, чем любая другая из предложенных. Иными словами, если полезность альтернативы 1 больше полезности альтернативы 2 или равна ей, то эта альтернатива будет предпочтительнее из набора всех остальных.

Концепт полезности позволяет сопоставить все альтернативы и выбрать ту, которая будет приносить индивиду максимальную полезность.

Функция полезности состоит из двух компонентов

$$U_{it} = V_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1.1)$$

где U_{it} – полезность альтернативы i для индивида t ,

V_{it} – доля полезности, которую исследователь смог выявить и оценить,

ε_{it} – остаточный член или вектор ошибок в оценке полезности, неизвестных для исследователя [39].

К методам математического моделирования относят различные регрессионные модели. К ним причислены модели дискретного выбора – модели регрессии, в которых зависимая переменная является дискретной (дискретность – прерывистость). Примерами таких моделей выступают:

– решение об участии на рынке труда;

- выбор вида транспорта;
- выдача кредитов;
- голосование.

К методам оценивания моделей дискретного выбора относят:

- линейная вероятностная модель (linear probability model);
- логит (logit);
- пробит (probit);
- множественный логит (multinomial logit);
- упорядоченный логит (ordered logit);
- модели с группировкой (nested logit).

Модели, которые принимают во внимание недостатки информации в анализе, называются вероятностными моделями выбора. Такая модель оценивает предпочтения индивида в виде вероятности выбора каждой из альтернатив, не утверждая с уверенностью, что выбор индивида будет однозначным. При хорошем исследовании эти вероятности будут верны для генеральной совокупности индивидов, обладающих теми же личными характеристиками и стоящих перед выбором тех же альтернатив [29].

Логит-модели — это статистические модели, используемые для прогнозирования вероятности возникновения некоторого события путём его сравнения с логистической кривой. Эта регрессия выдаёт ответ в виде вероятности бинарного события (1 или 0). Термин логит произошел от того, что эту модель легко линеаризовать с помощью логит преобразования.

Пробит-модели — статистические (нелинейные) модели, метод анализа зависимости качественных переменных от множества факторов, основанная на нормальном распределении (в отличие от логит-регрессии, основанной на логистическом распределении). То есть логит- и пробит-модели отличаются лишь выбором функции [29].

Множественный логит- или пробит-модели используют, когда рассматривается выбор между более, чем двумя альтернативами.

Упорядоченный логит имеет дело с альтернативами, которые можно расположить в определенном порядке. Например, это может быть шкала оценок класса качества вод и т.п. В случае определения вероятности выбора вида транспорта удобнее всего применить модель с группировкой – Nested Logit [29].

1.2.2 Модель дискретного выбора Nested Logit (NL)

Модель NL предполагает, что у некоторых из альтернатив содержится общая компонента в остаточном члене. То есть остаточный член гнездовых альтернатив может быть разложен на фрагменты, соотносимые с каждой альтернативой отдельно, и фрагменты, соотносимые с группой альтернатив.

Структура модели NL может быть описана как двухуровневая возможность выбора: верхний (предельный) уровень, состоящий из мотоцикла, автомобиля и общественного транспорта, и нижний (условный), состоящий из использования метро или наземного транспорта, при условии, что общественный транспорт был выбран ранее [13, 28, 39].

Условные вероятности выбора для гнездовых альтернатив нижнего уровня

$$\Pr(\text{Ground/PT}) = \frac{\exp\left(\frac{V_{\text{Ground}}}{V_{\text{PT}}}\right)}{\exp\left(\frac{V_{\text{Ground}}}{V_{\text{PT}}}\right) + \exp\left(\frac{V_{\text{Metro}}}{V_{\text{PT}}}\right)}, \quad (1.2)$$

$$\Pr(\text{Metro/PT}) = \frac{\exp\left(\frac{V_{\text{Metro}}}{V_{\text{PT}}}\right)}{\exp\left(\frac{V_{\text{Ground}}}{V_{\text{PT}}}\right) + \exp\left(\frac{V_{\text{Metro}}}{V_{\text{PT}}}\right)} \quad (1.3)$$

где \Pr_i – вероятность выбора альтернативы i ;

V_n – величина полезности альтернативы n .

Это стандартная форма модели NL. Предельные вероятности выбора для альтернатив верхнего уровня выглядят как

$$\Pr (\text{Car}) = \frac{\exp (V_{\text{car}})}{\exp (V_{\text{car}})+\exp (V_{\text{moto}})+\exp (V_{\text{PT}})}, \quad (1.4)$$

$$\Pr (\text{Moto}) = \frac{\exp (V_{\text{mot}})}{\exp (V_{\text{car}})+\exp (V_{\text{moto}})+\exp (V_{\text{PT}})}, \quad (1.5)$$

$$\Pr (\text{PT}) = \frac{\exp (V_{\text{PT}})}{\exp (V_{\text{car}})+\exp (V_{\text{moto}})+\exp (V_{\text{PT}})} \quad (1.6)$$

где \Pr_i – вероятность выбора альтернативы i ;

V_n – полезность альтернативы n .

Вероятность выбора одной из гнездовых альтернатив может быть найдена путем перемножения условных вероятностей гнездовых альтернатив на предельные вероятности

$$\Pr(\text{Ground}) = \Pr (\text{Ground/PT}) \cdot \Pr (\text{PT}), \quad (1.7)$$

$$\Pr(\text{Metro}) = \Pr (\text{Metro/PT}) \cdot \Pr (\text{PT}) \quad (1.8)$$

где \Pr_i – вероятность выбора альтернативы i [19].

В случае, когда определено только две альтернативы, расчеты упрощаются, в знаменателе остаются два значения. Перед расчетом значений вероятности, необходимо определить величины полезностей каждой альтернативы. Полезность в числовых значениях находится исходя из присвоения оценок, обычно по шкале от 1 до 10, каждому фактору, характеризующему отдельную альтернативу [40].

Выводы:

1. для правильного планирования транспортной системы или ее совершенствования, в первую очередь необходимо определить спрос на разные виды транспорта;

2. распределение пассажиров по способам передвижений осуществляется с применением стандартных моделей дискретного выбора: линейная вероятностная модель; логит; пробит; множественный логит; упорядоченный логит; логит модели с группировкой. В частности, наиболее распространенными (в силу простоты численной реализации), являются logit модели;

3. в случае определения вероятности выбора вида транспорта удобнее всего применить модель дискретного выбора с группировкой – Nested Logit;

4. модель Nested Logit позволяет определить вероятность выбора одной из альтернатив, отталкиваясь от значений их полезностей.

2 Методы исследований

2.1 Методика оценки предпочтений

Методика оценки предпочтений индивидов включает определение и анализ факторов, отвечающих за удовлетворенность потребителей услугами общественного транспорта, с применением модели Nested Logit (далее NL). Модель NL позволяет рассчитать вероятность выбора каждой из предложенных альтернатив, отталкиваясь от их полезностей [1], [3]. Для определения факторов и расчета полезности альтернатив (личный транспорт и общественный), проведено социологическое исследование среди жителей города, преимущественно, имеющих личный транспорт.

Расчеты производились в следующем порядке:

1. определение весомости альтернатив

$$k_n \frac{10}{L/L_{\max}} \quad (2.1)$$

где L – общее количество респондентов;

L_{\max} – число респондентов, максимально оценивших фактор.

2. расчет полезностей альтернатив. Каждая альтернатива рассчитывается по индивидуальной формуле

$$V_{PT} = \frac{k_{1i1} + k_{2i2} + k_{3i3} + k_{4i4} + k_{5i5} + k_{6i6} + k_{7i7} + k_{8i8} + k_{9i9} + k_{10i1}}{10} + \varepsilon, \quad (2.2)$$

$$V_{car} = \frac{k_{5i5} + k_{11i11} + k_{12i12} + k_{6i6} + k_{7i7} + k_{8i8} + k_{9i9} + k_{10i10}}{8} + \varepsilon \quad (2.3)$$

где V_{PT} , V_{car} – полезность альтернатив общественного транспорта и личного соответственно;

k_n – коэффициент весомости фактора i_n ;

i_n – значение фактора n ;

ε - случайная составляющая функции полезности.

3. расчет вероятностей выбора альтернатив

$$PrCAR = \frac{\exp(V_{car})}{\exp(V_{car}) + \exp(VPT)}, \quad (2.4)$$

$$PrPT = \frac{\exp(VPT)}{\exp(V_{car}) + \exp(VPT)} \quad (2.5)$$

где Pr_i – вероятность выбора альтернативы i ,

VPT , V_{car} – то же, что и в формулах (2.2), (2.3).

2.2 Программа социологического исследования

Тема исследования: анализ причин предпочтения личного транспорта жителями города Красноярска.

Цель: определить уровень удовлетворенности общественным транспортом жителями, имеющими личный автомобиль, и выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на низкую популярность общественного пассажирского транспорта.

Задачи:

- определение факторов оценки альтернатив;
- установление весомости каждого фактора;
- оценка факторов каждым из респондентов, предпочитающих личный автомобиль, для последующего проведения расчетов.

Объект исследования — территория города и действующая на ней транспортная система.

Предмет исследования — жители города, преимущественно водители личных автомобилей в возрасте от 18 лет и старше (100 человек).

Инструментарий: анкетный опрос, изучение статистических данных.

Тип выборки: стихийная, с направленным выбором. Используют в тех случаях, когда размер выборки заранее часто не известен, а определяется

исключительно активностью респондентов. До начала исследования имеются некоторые статистические данные о контрольных признаках элементов генеральной совокупности, в данном случае возрастные группы, которые имеют возможность водить автомобиль [4]. Анкетирование проводилось в два этапа: ТРЦ «Планета» (парковка), Интернет-опрос. Образец анкеты представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Образец анкеты

Анкета		
Уважаемые жители города Красноярск! Просим вас принять участие в исследовании, направленном на повышение привлекательности городского пассажирского транспорта общего пользования. Для нас очень важно Ваше мнение. Мы просим Вас потратить несколько минут и заполнить эту анкету.		
№	Вопрос	Варианты ответа
1	Укажите Ваш возраст	– 18-30 – 31-50 – 51-65 – Старше 66
2	Укажите ваш пол	– М – Ж
3	Есть ли у Вас автомобиль?	– Да – Нет
4	В настоящее время Вы: (укажите все подходящие варианты)	– Работаю по найму – Частный предприниматель – Учусь – В декретном отпуске – Домохозяйка/домохозяин – Безработный/безработная – Пенсионер/пенсионерка – Инвалид – Военнослужащий – Другое (что именно)

Продолжение таблицы 2.1

№	Вопрос	Варианты ответа
5	Сколько дней в неделю Вы в среднем садитесь за руль (не считая праздников и отпусков)?	(Укажите число)
6	Сколько поездок вы в среднем совершаете за неделю по разным целям?	<ul style="list-style-type: none"> – Поездки на работу/с работы, включая работу за рулем – Поездки на учебу /с учебы – Перевозки родственников (на работу, в школу, в секции в лечебные учреждения и пр.) – За покупками – Для поездок развлекательного плана (культурная жизнь: рестораны, музеи, кино) – Для занятия любимым делом/хобби (напр., спорт, йога, искусство) – Для поездок за город/на дачу – Другое
7	Вы едете из дома по привычному маршруту в час пик. Отметьте все виды транспорта, которыми Вы скорее всего воспользуетесь, совершая эту поездку.	<ul style="list-style-type: none"> – Личный (или служебный) автомобиль – Электричка – Наземный общественный транспорт (автобус/троллейбус/трамвай) – Такси – Другое (например, мотоцикл, велосипед – укажите, что именно)

Продолжение таблицы 2.1

№	Вопрос	Варианты ответа
8	Каким видом транспорта вы будете пользоваться, если стоимость топлива вырастет в 2 раза?	<ul style="list-style-type: none"> – Все равно личным транспортом – Пересяду на общественный транспорт – Буду чаще пользоваться общественным транспортом, сократив пользование личным автомобилем – Личный транспорт до перехватывающей парковки, далее общественный транспорт – Пересяду на мотоцикл/велосипед – Сменю место работы/место жительства, чтобы поменьше ездить на транспорте – Другое (что именно)
9	По какой причине вы не пользуетесь общественным транспортом?	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая скорость общественного транспорта, простои в пробках – Большое расстояние до остановки – Долгое ожидание на остановочном пункте – Не комфортно – Необходимость пересадок – Не соответствует статусу – Непрямолинейные маршруты – Небезопасный вид транспорта
10	Если общественный транспорт за счет выделенных полос будет двигаться в 1,5 раза быстрее личного автомобиля, каким видом транспорта Вы будете пользоваться?	<ul style="list-style-type: none"> – Общественным транспортом – Все равно личным автомобилем

Окончание таблицы 2.1

№	Вопрос	Варианты ответа
11	Если бы все парковки в центре города стали платными, готовы ли вы продолжать использовать личный автомобиль?	<ul style="list-style-type: none"> – Да – Нет
12	Какие из перечисленных мероприятий, направленных на снижения дорожного трафика, кажутся для Вас наиболее неприятными? Обозначьте цифрами от 1 до 5, где 1 – это самое нежелательное мероприятие.	<ul style="list-style-type: none"> – Въезд в центр города на личном транспорте запрещен – Въезд в центр города на личном транспорте платный – Все парковки в городе платные – Использование личного транспорта ограничено по четным и нечетным дням в соответствии с номером автомобиля – Не применяются никакие мероприятия, из-за трафика скорость движения упала в 2 раза
13	Оцените в баллах от 1 (наименее важно) до 10 (очень важно) важность параметры работы общественного транспорта.	<ul style="list-style-type: none"> – Уровень наполнения салона транспортного средства. Наличие свободных мест – Скорость движения общественного транспорта – Безопасность общественного транспорта – Размер тарифа за проезд – Комфортабельность: современный удобный и красивый транспорт – Возможность безналичной оплаты – Информация об остановках в процессе движения – При пересадках не взимается повторная оплата

Вопрос о наличии личного автомобиля внесен в анкету, чтобы сразу выявить респондентов, имеющих личный автомобиль, так как исследование направлено именно на данную категорию граждан. Следующие вопросы преимущественно ориентированы на определение отношения респондентов к общественному транспорту, выявление тех оснований, посредством которых водители могли бы отказаться от использования личного транспорта, а так же установление числовых значений оценки факторов общественного и личного транспорта, для последующего проведения расчетов полезностей альтернатив и выявления весомости каждого фактора для опрашиваемых.

Выводы:

1. Методика определения вероятности выбора альтернативы складывается из последовательного расчета весомости факторов альтернатив, полезностей альтернатив и в итоге определения самих значений вероятности;

2. Методика проведения социологического исследования включает определение предмета и объекта исследования, постановку цели и задач, выборки и инструментария.

3 Результаты исследований

3.1 Результаты социологического исследования

Проведено социологическое исследование среди жителей города (100 человек). В имеющейся выборке представлены женщины (38%) и мужчины (62%) разных возрастных категорий. При этом 89% опрошенных имеют личный автомобиль. Большая часть опрошенных – 61%, в настоящий момент работают по найму, по данным красноярских статистиков, средняя месячная зарплата в красноярском крае за период январь-август 2019 года составила 48 980 руб. Также среди респондентов были представители частного предпринимательства (13%), учащиеся ВУЗов (25%), безработные (7%) и другие категории занятости граждан.

Большинство опрошенных водителей (38%) садится за руль в среднем 5 дней в неделю, 26% водят автомобиль каждый день. Кроме того, из опроса выяснилось, что на рабочие корреспонденции отводится большая часть поездок опрашиваемых. Десять или больше поездок за неделю по рабочим целям совершает 56% респондентов. Преимущественно каждый опрашиваемый среднего и старшего возраста отмечает за неделю 10 поездок до работы, 10 – по нуждам родственников, 2 – за покупками, 2 – развлекательного характера. В сумме получим 24 поездки. Цена литра бензина в Красноярске составляет по последним данным: 92 – 41,2 рубля, 95 – 43,4 рубля. Допустим, среднее расстояние от дома до офиса у красноярцев составляет 5 километров. До ближайшего крупного продуктового магазина – 2 км. По данным агентства, самыми продаваемыми машинами по итогам июня 2019-го стали автомобили Lada: в стране купили более 28,2 тысячи таких машин. Расход топлива LADA Granta составляет 7,2 л/100 км. Так получим, что среднестатистический житель нашего города тратит

$$7,2/100 \cdot 5 = 0,36 \text{ л/5 км (среднее расстояние поездки до офиса)}$$

$0,36 \cdot 20 = 7,2$ л/неделя (на трудовые корреспонденции и перевозку родственников)

$7,2/100 \cdot 2 = 0,144$ л/2 км (среднее расстояние до ближайшего торгового комплекса)

$0,144 \cdot 4 = 0,576$ л/неделя (на поездки по магазинам и проведение досуга)

$7,2 + 0,576 = 7,776$ л/неделя

$7,776 \cdot 43,4 = 337,4784$ руб./неделя

В часы пик 81% всех опрошенных предпочтут передвигаться на личном автомобиле, 40% готовы воспользоваться такси. Так как перемещение на автобусе выбрало 29% респондентов, а не имеющих автомобиль было 11% человек, то можно подсчитать, что лишь 20,2% автомобилистов (89 чел. за 100%, тогда 18 чел. – 20,2%) выбрали бы перемещение на общественном транспорте в час пик (рисунок 3.1).

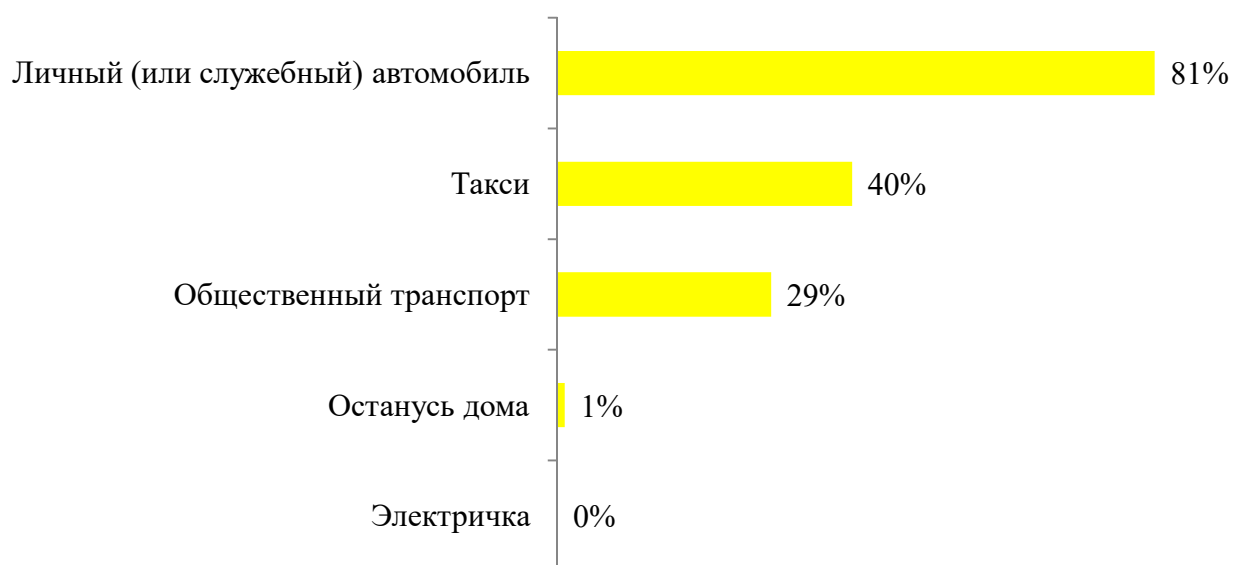


Рисунок 3.1 – Выбор вида транспорта в час пик

Общее отношение людей к сложившейся ситуации в городе с пассажирскими перевозками удовлетворительное, но есть и претензии. Среди причин предпочтения автомобиля вместо общественного транспорта респонденты выбрали 3 основных: низкая скорость (61%), долгое ожидание на остановочном пункте (67%) и некомфортабельность (51%) (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Причины низкой популярности общественного транспорта

Множество претензий у пассажиров вызывает низкая скорость движения транспортного средства, действительно, ведь автобус вынужден придерживаться не только своего маршрута, что лишает его возможности объехать место затрудненного движения в часы пик, но и интервала движения, в связи с чем часто приходится подолгу стоять на остановочном пункте, чтобы нормализовать расстояние между двумя автобусами одного маршрута. Часто не выполняется расписание и сбивается интервал движения автобусов по маршруту. 67% респондентов утверждают, что приходится долго ждать автобус на остановочном пункте, особенно данная проблема актуальна в вечернее время, в выходные дни, а так же в период сложных климатических условий, когда возрастает уровень аварийности в городе. Ровно 51% пассажиров не чувствуют должного комфорта при перемещении в автобусе. Плохое

санитарное состояние – грязь снаружи и внутри, переполненность пассажирами, необходимость ехать стоя, стесненность мест для сидения, неудобное расположение поручней – все эти моменты создают напряженное эмоциональное состояние пассажира.

Один из главных параметров перевозок – безопасность, в целом устраивает пассажиров, 17% процентов респондентов отметили неудовлетворенность данным критерием оценки качества общественного транспорта. Это может быть связано с неаккуратной манерой вождения некоторых водителей, а также с плохим техническим состоянием транспортных средств.

Преимущество общественного транспорта по скорости все равно не является достаточным основанием для отказа от перемещения на личном автомобиле, по мнению 70% опрошенных, что отражено на рисунке 3.3.

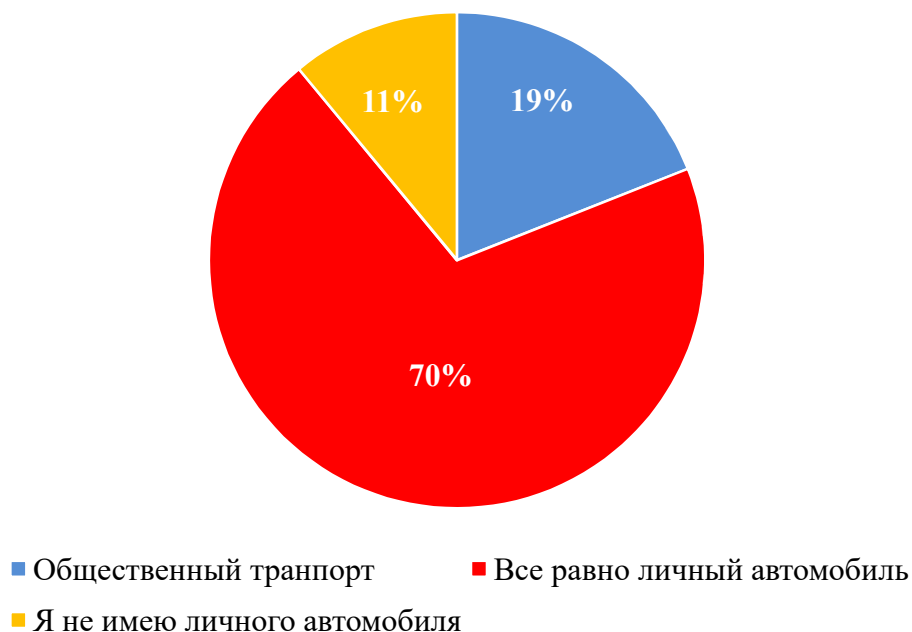


Рисунок 3.3 – Выбор транспорта в случае, если общественный транспорт будет двигаться в 1,5 раза быстрее

Платные парковки так же не способны в значительной степени повлиять на предпочтения автомобилистов, однако в меньшей степени – 63%

опрошенных готовы платить за парковку и продолжать использовать личный транспорт (рисунок 3.4). Это говорит о том, что для пассажиров критерий комфортности перемещения важнее скорости перемещения.



Рисунок 3.4 – Выбор водителей в случае, если все парковки в центре города стали платными

Однако эти данные разнятся с результатами по последнему вопросу, где респондентам было необходимо оценить в баллах важность показателей качества пассажирских перевозок. Здесь 48% опрошенных отметили максимальную важность показателя скорости перемещения (рисунок 3.5), а лишь 27% присвоили максимальное значение уровню комфортности, хотя в целом этот показатель так же преимущественно оценивался высокими баллами (рисунок 3.6).

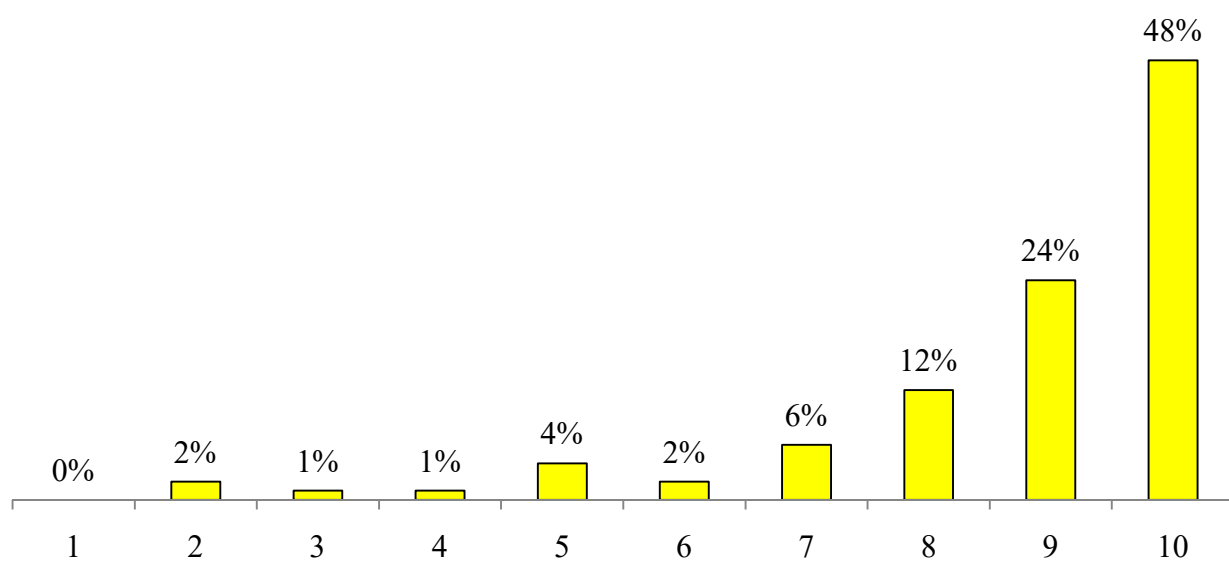


Рисунок 3.5 – Оценка показателя скорости респондентами, балл (1 – наименее важно)

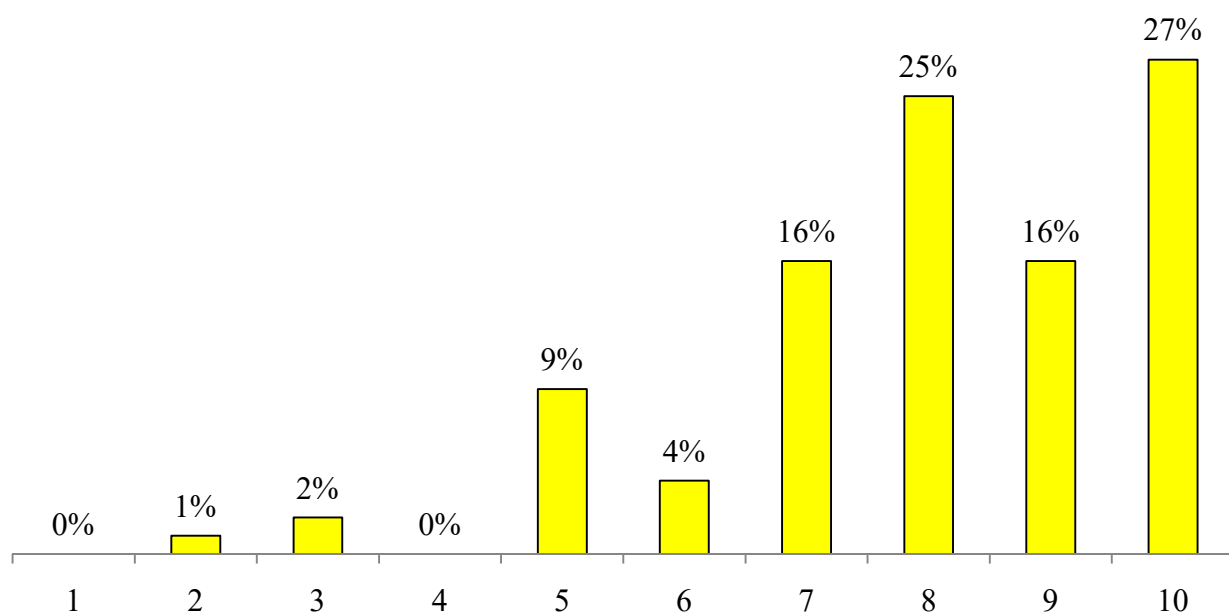


Рисунок 3.6 – Оценка показателя комфортабельности респондентами, балл (1 – наименее важно)

Самым нежелательным для респондентов является снижение скорости движения по городу, что говорит о готовности автовладельцев принять некоторые мероприятия по уменьшению дорожного трафика (рисунок 3.7).

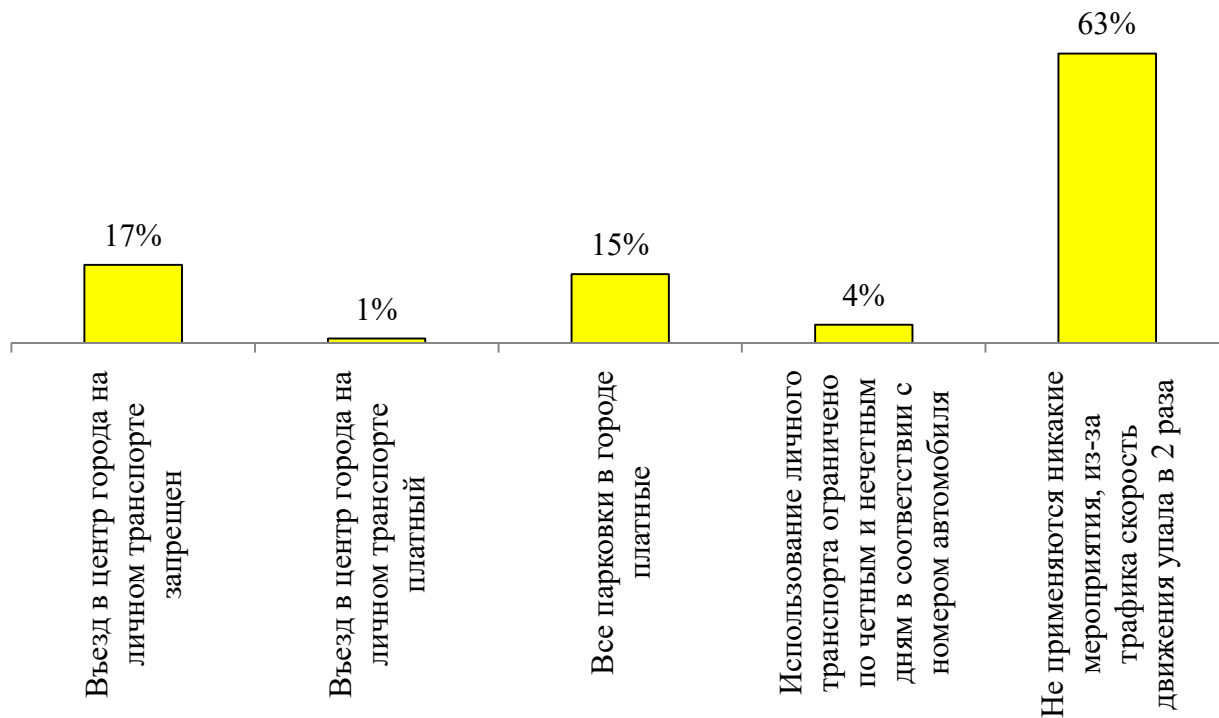


Рисунок 3.7 – Наиболее неприятное мероприятие по снижению дорожного трафика для респондентов

Респондентам было предложено оценить в баллах от 1 до 10 важность критериев работы общественного транспорта. В результате наиболее высокими оценками (от 8 до 10) были отмечены: уровень наполнения ТС; скорость движения; безопасность; комфортабельность; отсутствие повторной оплаты при пересадках. Самым же беспрекословным лидером, среди критериев, важных для пассажиров, оказалась безопасность общественного транспорта – для 70% опрошенных (рисунок 3.8). Возвращаясь к вопросу о причинах отказа водителей от использования общественного транспорта, можно сделать вывод, что не все респонденты удовлетворены уровнем безопасности на транспорте, так как 17% выразило свои опасения по этому критерию.

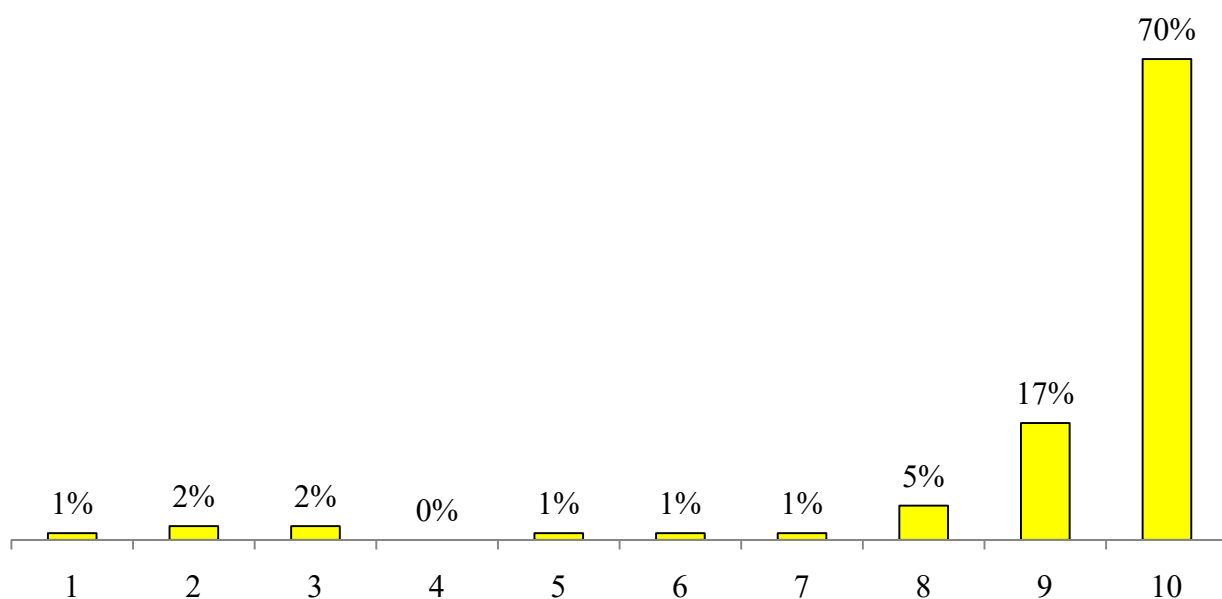


Рисунок 3.8 – Оценка показателя безопасности респондентами, балл (1 – наименее важно)

Один из основных параметров перевозок – стоимость проезда, отмечался респондентами средними оценками (4 - 7 баллов), что отражено на рисунке 3.9.

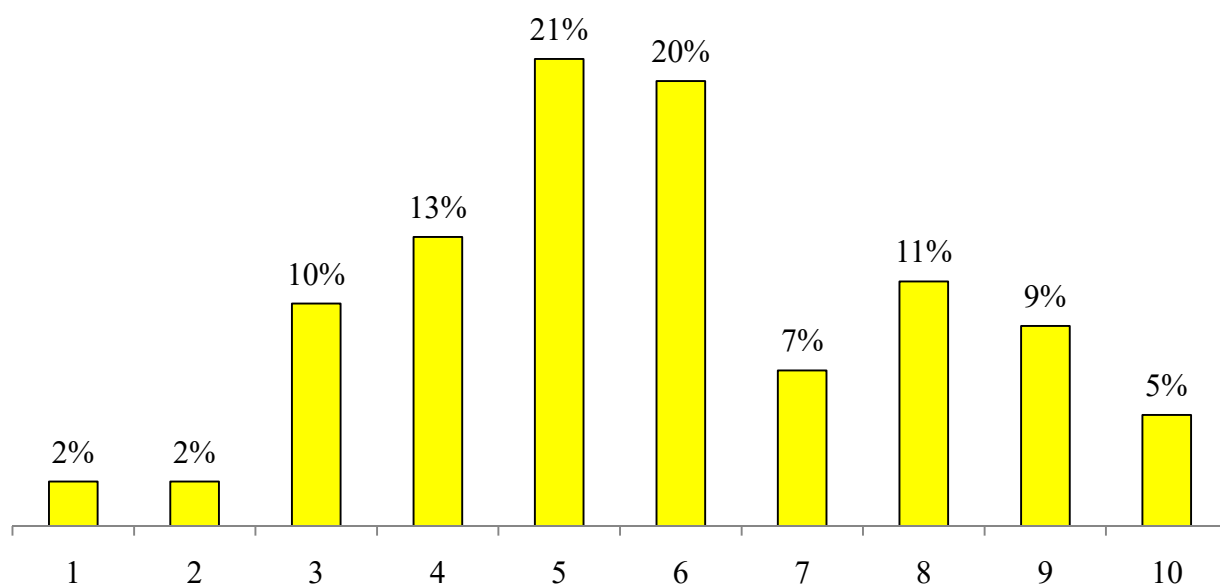


Рисунок 3.9 – Оценка показателя размера тарифа за проезд респондентами, балл (1 – наименее важно)

Эти данные говорят о том, что пассажиры предпочли бы заплатить больше, чтобы получить более высокие показатели уровня оказания услуг в области безопасности, скорости и комфортабельности, нежели отказаться от этого ради низкого тарифа на проезд.

3.2 Расчет полезностей и вероятности выбора альтернатив

В соответствии с проведенным опросом определены факторы двух альтернатив (общественный транспорт и личный автомобиль), которые представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Факторы оценки альтернатив

Номер фактора, n	Факторы общественного транспорта (РТ)	Номер фактора, n	Факторы личного транспорта (CAR)
1	Время ожидания на остановке	11	Наличие парковок
2	Необходимость пересадок	12	Стоимость топлива
3	Заполнение пассажирами		
4	Размер тарифа		
5	Расстояние до ТС		
6	Скорость движения		
7	Безопасность		
8	Комфортабельность		
9	Удобство маршрута		
10	Соответствие статусу		

Каждая альтернатива рассчитывается по индивидуальной формуле

$$V_{PT} = \frac{k_{1i1} + k_{2i2} + k_{3i3} + k_{4i4} + k_{5i5} + k_{6i6} + k_{7i7} + k_{8i8} + k_{9i9} + k_{10i10}}{10} + \varepsilon, \quad (3.1)$$

$$V_{car} = \frac{k_{5i5} + k_{11i11} + k_{12i12} + k_{6i6} + k_{7i7} + k_{8i8} + k_{9i9} + k_{10i10}}{8} + \varepsilon \quad (3.2)$$

где VPT, Vcar – то же, что и в формулах (2.2), (2.3);

k_n – коэффициент весомости фактора i_n ;

i_n – значение фактора n ;

ε – случайная составляющая функции полезности.

Случайную составляющую необходимо включить в функцию полезности, чтобы учесть тот факт, что исследователь не в состоянии полностью и корректно измерить все факторы, определяющие выбор индивида.

Значения коэффициентов (параметры) этих факторов будут отличаться для разных альтернатив у одного и того же индивида, а так же и у разных индивидов.

Из полученных результатов по 89-м итерациям (89 респондентов имеют личный автомобиль, значит, при расчете полезности двух альтернатив учитываем только их) находим средние значения полезности для двух альтернатив. На следующем этапе рассчитываем вероятность выбора той или иной альтернативы с помощью модели Nested Logit

$$PrCAR = \frac{\exp(Vcar)}{\exp(Vcar) + \exp(VPT)}, \quad (3.3)$$

$$PrPT = \frac{\exp(VPT)}{\exp(Vcar) + \exp(VPT)} \quad (3.4)$$

где Pr_i – вероятность выбора альтернативы i ;

VPT, Vcar – то же, что и в формулах (2.2), (2.3).

В первую очередь рассчитываем коэффициенты весомости для каждого фактора альтернатив:

– заполнение пассажирами: максимально данный фактор оценили 29 человек из 100, значит считаем $k_n = \frac{10}{100/29} = 2,8$

- скорость движения $k_n = \frac{10}{100/48} = 4,8$
- безопасность $k_n = \frac{10}{100/70} = 6,99$
- тариф $k_n = \frac{10}{100/5} = 0,5$
- комфорт $k_n = \frac{10}{100/27} = 2,7$
- ожидание на остановке $k_n = \frac{10}{100/67} = 6,6$
- расстояние до ТС $k_n = \frac{10}{100/20} = 2$
- пересадки $k_n = \frac{10}{100/20} = 2$
- удобство маршрута $k_n = \frac{10}{100/7} = 0,7$
- соответствие статусу $k_n = \frac{10}{100/15} = 1,5$
- необходимость трат на бензин $k_n = \frac{10}{89/7} = 0,8$
- наличие парковок $k_n = \frac{10}{89/26} = 2,9$

В таблице 3.2 приведены значения коэффициентов весомости факторов двух альтернатив (общественного пассажирского транспорта и личного транспорта). Значения пересчитаны для интервала от 0 до 1, для удобства дальнейших расчетов и получения более наглядных значений полезностей альтернатив.

Таблица 3.2 – Коэффициенты весомости

№	Название фактора	Значение k (макс 10)	Значение k (макс 1)
1	Заполнение пассажирами	2,8	0,28
2	Скорость движения	4,8	0,48
3	Безопасность	7	0,7
4	Тариф	0,5	0,05
5	Комфорт	2,7	0,27
6	Ожидание на остановке	6,6	0,66
7	Расстояние до ТС	2	0,2
8	Пересадки	2	0,2
9	Удобство маршрута	0,67	0,07
10	Соответствие статусу	1,5	0,15
11	Необходимость трат на бензин	0,8	0,08
12	Наличие парковок	2,9	0,29

После расчета коэффициентов весомости переходим к расчету полезности альтернатив. Вычисления производились в программе Microsoft Office Excel, которая позволяет вносить общую формулу для всех вычислений и требует лишь изменения входных данных: значений оценок факторов респондентами. Формулы расчета полезностей альтернатив продумывались индивидуально. Исходя из результатов социологического опроса, а также анализа уже существующих статистических данных, были выявлены тренды влияния каждого фактора на полезность альтернативы. Так, если по мнению опрошенных – жителей города Красноярск, более безопасным видом транспорта является личный транспорт, и отдельный респондент оценивает фактор безопасности на 9 баллов из 10, то в формулу расчета полезности общественного транспорта мы подставим 1 оставшийся от 10 балл, а в формулу расчета полезности личного транспорта внесем оценку респондента в 9 баллов. Методика распределения баллов была выведена на основе опыта ученых в ведении подобных расчетов и, исходя из логичности получаемых результатов, после проведения всех необходимых итераций и проб других вариантов распределения. Полученные значения отражены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Значения полезностей альтернатив для респондентов, имеющих личный транспорт

№	Полезность общественного транспорта (PT)	Полезность личного транспорта (CAR)
1	1,815	1,8312
2	2,014	0,4625
3	1,53	1,6825
4	1,571	0,6938
5	0,497	2,3975
6	1,721	1,9075
7	Нет автомобиля	Нет автомобиля
8	2,389	1,12
9	0,607	1,7112
10	Нет автомобиля	Нет автомобиля
11	1,261	1,0675
12	1,098	1,735
13	1,344	2,22
14	1,791	1,8388
15	1,025	1,975
16	0,726	2,215
17	0,496	2,475
18	1,24	2,1325
19	0,46	2,525
20	0,94	1,6938
21	0,6	1,8938
22	0,603	2,3688
23	0,45	1,9125
24	0,726	2,1238
25	0,865	2,595
26	0,902	2,1
27	0,781	2,175
28	0,556	2,4625
29	0,513	2,495
30	0,544	2,1238
31	Нет автомобиля	Нет автомобиля
32	0,501	1,8625
33	0,781	2,125
34	0,779	2,2
35	0,7	2,2325
36	1,815	1,5125

Продолжение таблицы 3.3

№	Полезность общественного транспорта (PT)	Полезность личного транспорта (CAR)
37	1,447	2,155
38	1,52	2,14
39	0,76	2,1063
40	Нет автомобиля	Нет автомобиля
41	Нет автомобиля	Нет автомобиля
42	Нет автомобиля	Нет автомобиля
43	0,842	1,5125
44	0,472	2,0288
45	0,785	2,225
46	1,135	2,4625
47	0,805	2,1238
48	0,44	2,475
49	0,746	2,1913
50	Нет автомобиля	Нет автомобиля
51	0,699	2,1575
52	0,748	2,1813
53	0,747	2,0975
54	0,65	1,9125
55	1,791	1,603
56	0,485	2,4625
57	Нет автомобиля	Нет автомобиля
58	1,064	1,7963
59	0,646	2,0375
60	0,738	1,6038
61	0,94	1,425
62	0,542	1,9413
63	0,812	2,1913
64	0,842	1,5125
65	0,569	1,9075
66	0,923	2,225
67	1,135	2,375
68	0,805	2,1238
69	0,496	2,2938
70	0,746	2,1913
71	Нет автомобиля	Нет автомобиля
72	0,899	2,0975
73	0,804	2,1813
74	0,887	1,9225

Окончание таблицы 3.3

№	Полезность общественного транспорта (PT)	Полезность личного транспорта (CAR)
75	0,72	1,825
76	0,679	2,22
77	0,485	2,4625
78	Нет автомобиля	Нет автомобиля
79	1,064	1,7963
80	0,716	1,95
81	0,766	1,6138
82	Нет автомобиля	Нет автомобиля
83	0,772	1,6
84	0,542	1,9413
85	0,772	1,6
86	0,555	1,995
87	0,952	2,0163
88	1,247	2,2813
89	0,777	2,1738
90	0,468	2,475
91	0,76	2,1038
92	1,759	1,8313
93	1,944	0,55
94	1,557	1,6488
95	1,598	0,66
96	0,413	2,2163
97	1,861	1,7325
98	0,865	2,175
99	0,708	2,4125
100	0,751	2,2325

Для последующих расчетов необходимо определить среднее значение каждой альтернативы, то есть разделить сумму всех значений на количество итераций. Среднее значение для полезности общественного транспорта составило 0,9359, для личного транспорта – 1,9667.

Рассчитаем вероятность выбора альтернатив водителями личного транспорта

$$PrCAR = \frac{\exp(1,9667)}{\exp(1,9667) + \exp(0,9359)} = 0,7$$

$$PrPT = \frac{\exp(0,9359)}{\exp(1,9667) + \exp(0,9359)} = 0,3$$

То есть, водитель личного автомобиля пересекает на общественный транспорт с вероятностью 0,3.

Проанализировав результаты опроса и результаты расчетов, можно сделать выводы о причинах низкой вероятности выбора водителями автомобилей общественного транспорта. Основные факторы, за счет которых проигрывала полезность общественного транспорта: безопасность, длительность ожидания на остановке, скорость движения.

3.3 Меры по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта

В первую очередь, необходимо применять меры по повышению привлекательности общественного транспорта в отношении трех факторов, оказывающих наибольшее влияние на значение полезности данной альтернативы: безопасность, длительность ожидания на остановке, скорость движения. Варианты мер представлены в таблице 3.4. В качестве меры по повышению уровня безопасности пассажирского общественного транспорта можно предложить разные варианты, в том числе и обновление подвижного состава, но наиболее реальным вариантом и эффективным стало бы повышение требований к персоналу, а именно водителям. Каким бы новым, соответствующим самым последним требованиям оснащения не был транспорт, большая часть нынешних водителей из-за неаккуратности вождения, недолжного контроля за санитарным и техническим состоянием транспортного средства во время смены и по ее окончании, будет способствовать снижению показателя безопасности. Поэтому, первоочередным шагом должно стать именно усиление внимания к работе персонала и контроль за профессиональной пригодностью водителей общественного пассажирского транспорта города Красноярск.

Таблица 3.4 – Меры по повышению привлекательности общественного транспорта

Фактор, попадающий под влияние	Мера	Механизм влияния
Безопасность	Повышение требований к персоналу (водители)	Более аккуратное вождение, соблюдение скоростных режимов, психологическая уравновешенность
Длительность ожидания на остановочном пункте	Информирование населения о приложениях, сайтах с онлайн трансляцией движения транспорта	Пассажиры будут планировать время выхода из дома, отслеживая движение автобуса, чтобы сократить ожидание на остановочном пункте
	Оборудование остановочных пунктов электронными табло с временем прибытия автобусов	Психологически легче ожидать транспорт на остановочном пункте, зная точное время его прибытия
	Повышение контроля за регулярностью движения транспорта	Сократится число нарушений графика движения по вине работников автотранспортных предприятий
Скорость движения	Охват большей протяженности дорог выделенными полосами	Увеличится скорость движения общественного транспорта
	Метро и скоростной трамвай – скоростная альтернатива наземному общественному транспорту	Реализация данного проекта позволит разгрузить автобусы и удовлетворить потребность пассажиров в быстром перемещении по городу, а ТПУ (транспортно-пересадочные узлы) повысят сервис при пересадках пассажиров

На сегодняшний день в городе лишь несколько остановочных пунктов оборудованы электронными табло, данные изменения были проведены к Универсиаде 2019 в городе Красноярск. Однако, дальнейшее переоборудование не наблюдается. Как объяснили в МКУ «Красноярскгортранс», данный проект обсуждается специалистами, однако требует больших капиталовложений, кроме того в городе распространен вандализм, эффективная защита от которого пока не придумана.

Такие меры, как повышение требований к персоналу, повышение контроля за регулярностью движения транспорта, ложатся на ответственность самой организации, осуществляющей городские пассажирские перевозки. Информирование населения о приложениях, сайтах с онлайн трансляцией движения транспорта логичнее всего осуществлять со стороны организации, занимающейся ведением такого сайта, например, МКУ «Красноярскгортранс» при поддержке Администрации города.

Строительство метро в городе Красноярск было запланировано еще более 25 лет назад, однако, с того времени проект несколько раз замораживали и снова возобновляли. В августе 2019 была определена компания, которая занялась переделкой проекта 90-х годов. Директор Управления по строительству метро в Красноярске Игорь Иванов в январе 2020 года объявил, что проект может быть реализован к 2024 году. По плану строительство должно стартовать осенью 2020 года, а первая линия будет запущена уже в 2024 году. Вторую линию, по очень примерным подсчётам, могут построить к 2032 году.

Первую линию планируется протянуть на 9,4 километра. Она свяжет центр города с Октябрьским районом. В состав линии планируется ввести шесть станций: «Высотная», «Улица Копылова», «Вокзальная», «Площадь Революции», «Проспект Мира», «Ленинская».

Протяженность второй линии составит около 4 километров. Эта линия свяжет центр с Советским районом и будет состоять из трех станций: «Красный Яр», «Аэровокзальная» и «Октябрьская».

Кроме того, планируется построить транспортный узел на станции «Октябрьская». Здесь пассажиры смогут пересесть на трамвайную ветку. Также запланирована станция, которая будет пересекаться с линией городской электрички, вероятнее всего ей станет станция «Вокзальная» (рисунок 3.10). Прогнозируется, что ТПУ (транспортно-пересадочные узлы) повысят сервис при пересадках пассажиров.

Станции будут вмещать состав из четырёх вагонов. По некоторой информации из интернет источников известно, что в красноярском метро будут использовать технологию беспилотного управления.

По словам руководителя Управления по строительству Красноярского метрополитена Игоря Иванова строительство будет вестись «испанским методом». Это такая организация подземного пространства, когда пассажиры уже спускаясь в метро должны выбрать для себя направление, в котором они будут ехать.

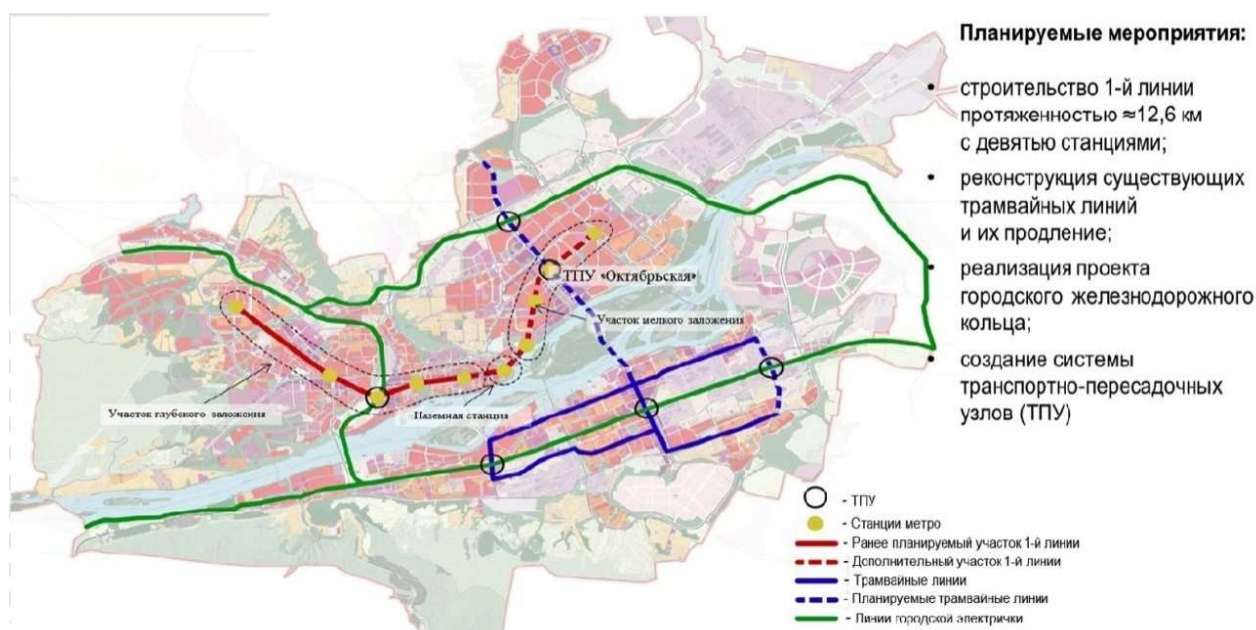


Рисунок 3.10 – Схема планируемых линий метро и трамвая

Ранее строительство метро (первых шести станций) оценивалось в 69 миллиардов рублей. Сегодня строительство девяти станций метро на левом берегу, по последней информации, обойдется в 77 миллиардов рублей.

Финансирование строительства будет осуществляться преимущественно за счет федерального бюджета. Еще летом 2019 года власти Красноярского края определили сумму в размере 64 миллиардов рублей на строительство метро как «средства за счет федерального бюджета». Очевидно, что без участия в финансировании государства все грандиозные планы на реализацию такого масштабного проекта обречены на провал.

Стоит заметить, что на сегодняшний день уже потрачено 8 миллиардов рублей на 3,2 километра выработок. Сюда входит тоннель от Высотной до Копылова и шахты под станции «Вокзальная» и «Площадь Революции». Сейчас станции законсервированы – засыпаны песком.

В марте документы по строительству метро должны были выйти из Главгосэкспертизы. Однако на данный момент не опубликовано никакой информации по данному вопросу, возможно, по причине возникшей ситуации с пандемией вируса, которая затормозила все процессы в стране и в мире [8, 9, 20, 23].

Возможность увеличения количества выделенных полос в городе напрямую зависит от интенсивности потоков на том или ином участке. Процесс расчета и анализа интенсивности транспортных потоков достаточно трудоемкий и требующий работы не одного человека. На сегодняшний день, данными исследованиями занимается МКУ «Красноярскгортранс». В организации накоплены и дальше исследуются данные по большому числу перекрестков города. Мы изучили методику расчета интенсивности транспортных потоков на практике, благодаря помощи сотрудников данной организации.

Одним из основных показателей характеристики технического и эксплуатационного состояния дороги является интенсивность движения - количество транспортных средств, прошедших через определенное сечение объекта (дороги, улицы, перекрёстка и т.п.) во всех направлениях за единицу времени. В качестве расчетного периода времени принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени.

Для разгрузки отдельного транспортного узла как правило предварительно проводят инженерные расчеты. Они основываются на полуэмпирических закономерностях распределения потоков по элементам УДС. В рамках этой задачи необходимо определить, какое количество транспортных средств будет двигаться по каждому из возможных направлений, в случае изменения тех или иных параметров транспортного узла, или даже изменения отдельных элементов, части улично-дорожной сети. В данном случае как раз подключается моделирование транспортной ситуации посредством использования различных компьютерных программ. Но прежде всего необходимо собрать исходные данные – спроектировать реально существующую ситуацию.

Практическая часть включала в себя подсчет транспортных средств, пересекающих два перекрестка и дальнейшая обработка результатов. Первичный сбор информации осуществлялся с помощью внесения данных в «Карточки интенсивности» (рисунок 3.11). Производилась регистрация транспортных средств по видеозаписям с перекрестков, пересекающих транспортный узел в часы пик в течение одного дня. Взяты промежутки времени: 7:30 – 8:30; 12:30 – 13:30; 17:30 – 18:30. В данные периоды наблюдается наибольший транспортный поток. Подсчитывается количество транспортных средств согласно их классификации и направлению движения.

Существует следующая классификация транспортных средств:

- мотоциклы (группа М1);
- легковой транспорт (группа Л1);
- автобусы малой и средней вместимости (группа А1);
- автобусы большой вместимости (группа А2);
- грузовой до 3,5 т (группа Г1);
- грузовой от 3,5 до 12 т (группа Г2);
- грузовой свыше 12 т (группа Г3);
- автопоезда (группа Г4);

Лист 5 Листов 6

Дата обследования: 19 июля 2019 г. Время наблюдения: с 17:30 по 18:30

УЧАСТОК: Маржа - П. Коммуны

Направление движения: _____

Число полос движения: налево 1 прямо и налево - прямо 3 прямо и направо - направо 1

Количество транспортных средств на исследуемом участке, физ. ед.

схема	1-3		1-4		1-2		2-4		Итого, ед.
	направление	направление	направление	направление	направление	направление	направление		
Т1	24, 65, 32, 118, 119, 193, 120, 202, 239, 242, 485, 312, 345, 342, 374, 393, 418, 454, 176, 439, 495, 456, 523, 562, 610, 493, 678, 877, 713, 241, 273, 374, 856, 820, 331, 365, 1000, 1022, 1040	1, 5, 7, 3, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 1, 12, 33, 34, 35, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 65, 66, 69, 68, 71, 75, 73, 85, 84, 85, 88, 89, 92, 96, 99, 100, 39, 103, 106, 109, 112, 115, 117, 120, 121, 122, 124, 127, 129, 131, 135, 142, 148, 146, 155	3, 8, 13, 24, 30, 33, 34, 37, 38, 52, 56, 62, 68, 73, 83, 92, 96, 102, 108, 117, 120, 124, 127, 131, 136, 142, 144, 140, 147, 151, 156, 162, 146, 143, 152, 162, 166, 170, 178, 183	11, 25, 34, 46, 56, 67, 76, 86, 98, 114, 126, 137, 148, 162, 179, 185, 193, 213, 226, 236, 245, 252, 268, 273, 290, 304, 319, 323, 342, 362, 372, 385, 393					177
А1	42, 3, 34, 56, 73, 91, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 28								23
А2	42, 3, 56, 73, 91, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100								66
Г1	42, 3, 56, 73, 91, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20	1, 2	1, 2		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8				30
Г2	1								1
Г3									-
Г4									-
М1									-

Исполнитель: Шенкина Ирина Александровна

Рисунок 3.11 – Карточка интенсивности с исходными данными

После оформления карточек интенсивности, заполнялись таблицы интенсивности движения транспортных потоков, пример в таблицах 3.5 и 3.6. В эти таблицы заносятся данные из карточек интенсивности в зависимости от направлений, итоговые значения (количество всех транспортных средств независимо от типа, двигавшихся по каждому отдельному направлению), отношение количества транспортных средств каждого типа к общему числу транспортных средств в процентах. В карточках интенсивности каждому направлению произвольно присваивалось числовое значение от 1 до 5. Если на перекрестке запрещен разворот, то от 1 до 4. В таблицы интенсивности вносятся расшифровки числовых обозначений, например, если транспортное средство пересекло перекресток по прямой, то есть двигалось в направлении 1-3 или 3-1, то в таблице интенсивности движения транспортных потоков, дополнительно, для понимания людьми, в дальнейшем работающими с

данными таблицами, приводится словесное обозначение: 13 – прямо, 14 – направо и т.д.

Таблица 3.5 – Интенсивность движения транспортных потоков

Время:		с	7:30	по	8:30			Дата:	19.11.2019	
Перекресток ул. Тотмина - ул. Юшкова										
3485		Интенсивность движения ТС, авт./час								итого:
Направление движения		велосипеды, мопеды, мотоциклы	легковые автомобили	автобус малой и средней вместимости	автобус большой вместимости	Грузовые автомобили				физических единиц
						МАЗ, ЛиАЗ, МАН троллейбус трамвай	малой грузоподъемности	средней грузоподъемности	высокой грузоподъемности	
				ПАЗ, Вектор	до 3,5 т		от 3,5 до 12 т	свыше 12 т		
				М1	Л1	А1	А2	Г1	Г2	
		13	прямо	0	1251	21	32	28	17	
14	направо	0	84	0	0	0	2	2	0	88
12	налево	0	126	0	0	1	1	0	0	128
15	разворот	0	30	0	0	1	3	0	0	34
24	прямо	0	52	0	0	0	0	0	0	52
21	направо	0	73	0	0	0	0	0	0	73
23	налево	0	78	0	0	0	0	0	0	78
25	разворот	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	прямо	0	1238	23	31	32	16	13	2	1355
32	направо	0	38	0	0	7	0	0	0	45
34	налево	0	49	0	0	0	0	0	0	49
35	разворот	0	29	0	0	0	0	0	0	29
42	прямо	0	29	0	0	0	0	0	0	29
43	направо	0	77	0	0	0	0	0	0	77
41	налево	0	81	0	0	2	1	0	0	84

Таблица 3.6 – Интенсивность движения в сравнении с общим объемом транспортных средств

Физ.ед.	Прив. ед.		Интенсивность движения ТС, авт./час																ИТОГО:		
3485	3803																				
7:30 по 8:30	Направление движения		велосипеды, мопеды, мотоциклы	отношение М1 к общему объему ТС, %	легковые автомобили	отношение группы Л1 к общему объему ТС, %	автобус малой и средней вместимости	отношение А1 к общему объему ТС, %	автобус большой вместимости	отношение А2 к общему объему ТС, %	грузовые автомобили								физических единиц	приведенных единиц	отношение числа грузовых автомобилей к общему числу транспортных средств, %
Время											МАЗ, ЛиАЗ, MAN троллейбус, трамвай	малой грузоподъемности	отношение Г1 к общему объему ТС, %	средней грузоподъемности	отношение Г2 к общему объему ТС, %	высокой грузоподъемности	отношение Г3 к общему объему ТС, %	автопоезда			
19.11.2019																					
Дата																					
Участок																					
ул. Тютмина - ул. Юшкова																					
13	прямо	0	0	1251	91,72	21	1,54	32	2,35	28	2,05	17	1,25	12	0,88	3	0,22	1364	1514,5	4,40	
14	направо	0	0	84	95,45	0	0	0	0	0	0	2	2,27	2	2,27	0	0	88	93	4,55	
12	налево	0	0	126	98,44	0	0	0	0	1	0,78	1	0,78	0	0	0	0	128	129,5	1,56	
15	разворот	0	0	30	88,24	0	0	0	0	1	2,94	3	8,82	0	0	0	0	34	37,5	11,76	
24	прямо	0	0	52	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	52	0	
21	направо	0	0	73	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	73	0	
23	налево	0	0	78	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	78	0	
31	прямо	0	0	1238	91,37	23	1,70	31	2,29	32	2,36	16	1,18	13	0,96	2	0,15	1355	1507	4,65	
32	направо	0	0	38	84,44	0	0	0	0	7	15,56	0	0	0	0	0	0	45	48,5	15,56	
34	налево	0	0	49	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	49	0	
35	разворот	0	0	29	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0	
42	прямо	0	0	29	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0	
43	направо	0	0	77	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	77	0	
41	налево	0	0	81	96,43	0	0	0	0	2	2,38	1	1,19	0	0	0	0	84	86	3,57	

На заключительном этапе заполнялась ситуационная схема движения транспортных потоков по результатам обследования на участках улично-дорожной сети. Схемы представлены на рисунках 3.12 – 3.17.

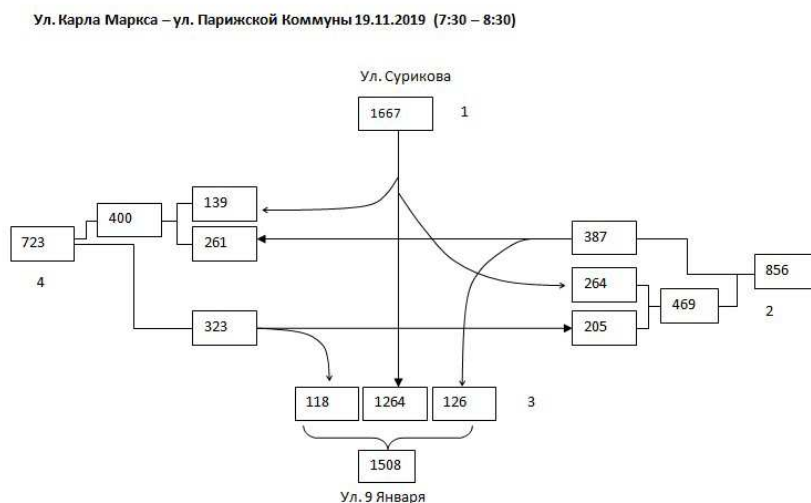


Рисунок 3.12 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Карла Маркса – ул. Парижской Коммуны, утро

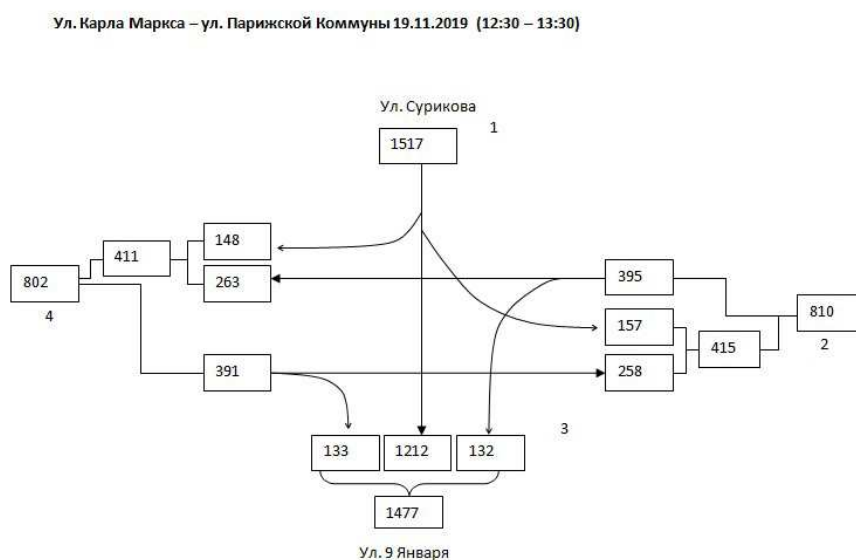


Рисунок 3.13 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Карла Маркса – ул. Парижской Коммуны, обед

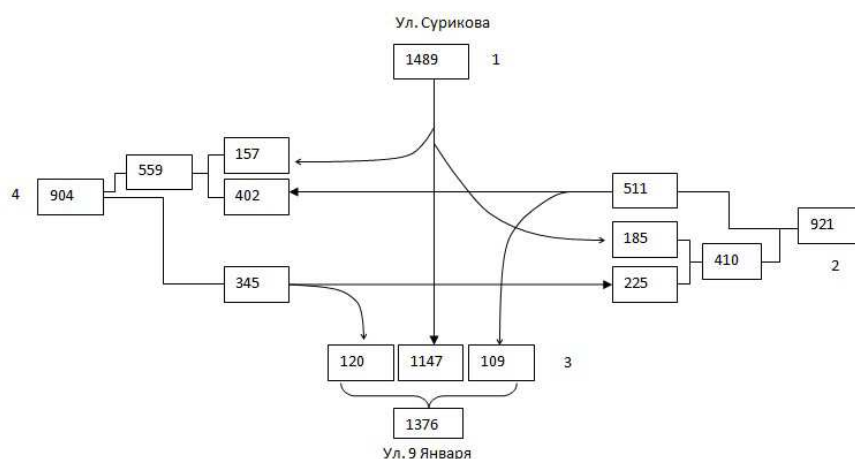


Рисунок 3.14 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Карла Маркса – ул. Парижской Коммуны, вечер

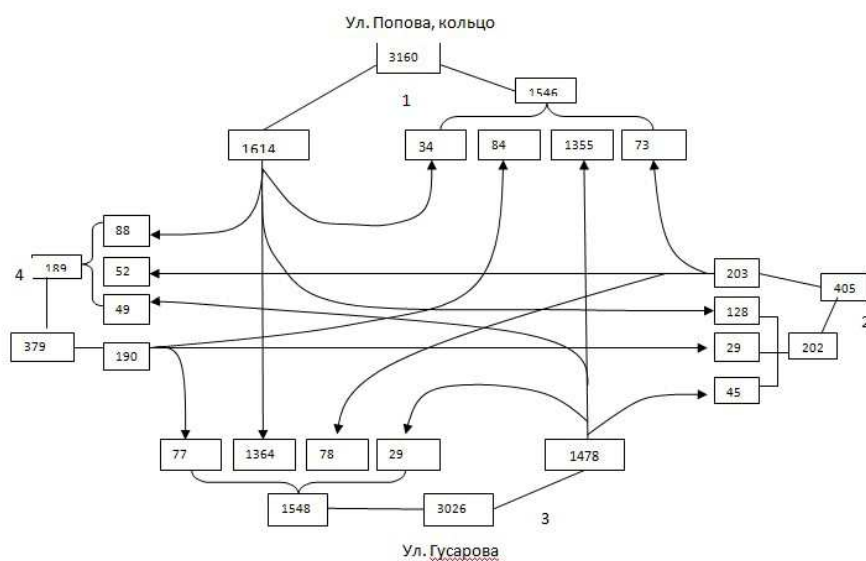


Рисунок 3.15 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Тотмина – ул. Юшкова, утро

Ул. Тотмина – ул. Юшкова 19.11.2019 (12:30-13:30)

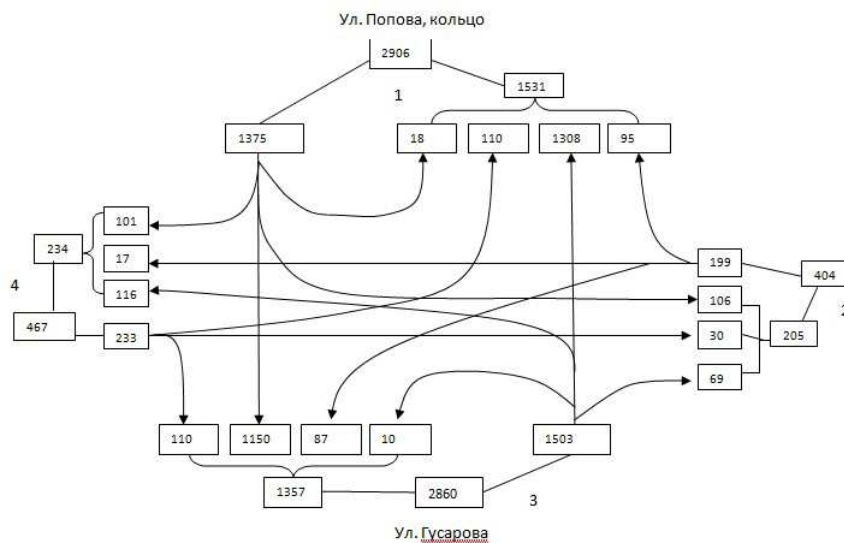


Рисунок 3.16 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Тотмина – ул. Юшкова, обед

Ул. Тотмина – ул. Юшкова 19.11.2019 (17:30-18:30)

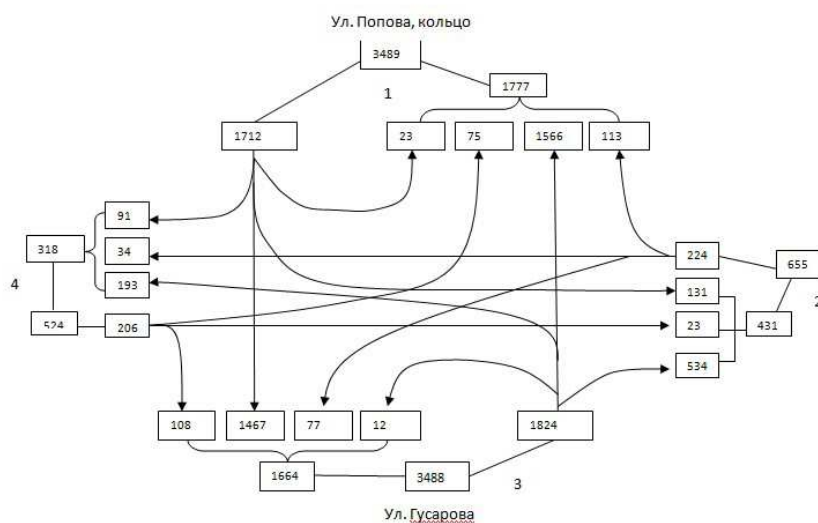


Рисунок 3.17 – Ситуационная схема движения ТС на перекрестке:
ул. Тотмина – ул. Юшкова, вечер

Интенсивность измеряется для решения многих экономических и инженерных задач дорожного хозяйства, автомобильного транспорта, организации движения и перевозок, т. е. не только для определения необходимости организации выделенных полос на участках дорог, но и,

например, для определения необходимости введения светофорного регулирования, при расчёте длительности такта, фаз и цикла регулирования.

Для реализации любого проекта по изменению, улучшению улично-дорожной сети или для моделирования транспортных корреспонденций, необходимо на начальном этапе большое число различных исследований, расчетов, схем и графиков. Качественное решение таких задач невозможно без применения современных методик и технологий. Прежде всего, к таким технологиям относятся инструменты и технологии компьютерного моделирования, о чем было уже упомянуто в первой главе магистерской диссертации.

Создание транспортных моделей позволяет качественно и количественно оценить последствия реализации тех или иных сценариев развития транспортных систем городов и регионов. Моделирование дает возможность учитывать разнообразные гипотезы развития транспортных систем и является достаточно гибким инструментом в решении задач транспортного планирования и организации дорожного движения.

Как говорилось ранее, одним из лидеров в мире среди разработчиков программного обеспечения является немецкая компания PTV AG. Существует два программных продукта PTV Vision: один из них используется для создания микромоделей – VISIM, другой – для создания макромоделей (VISUM). Программный продукт PTV Vision VISUM используется более чем в 70 странах мира, его применяют свыше 1100 различных организаций [30]. Так и МКУ «Красноярскгортранс» работает с данной программой.

Основная цель транспортного моделирования — это объективное прогнозирование транспортной ситуации в зависимости от внешних изменений, включающих социально-экономические, демографические, природно-климатические, а так же и от внутренних изменений, таких как развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т.п. И к тому же

моделирование включает в себя дальнейший анализ и подготовку рекомендаций для инвестиционных проектов в области инфраструктуры.

Транспортная ситуация может быть смоделирована на любой расчетный срок — от оперативных задач сегодняшнего дня до долгосрочной (на 20–30 лет) перспективы развития города, городской агломерации или более крупного региона.

Так и для определения необходимости выделенной полосы на том или ином участке необходимо моделирование реальной ситуации и перспективной. На старте подобного проекта создается не только схема интенсивности движения, но и схема, отражающая дислокацию дорожных знаков, наличие разметки; пешеходных переходов, их месторасположение; количество полос для движения транспорта; наличие остановок общественного транспорта в пределах видимости (на полосе/в кармане) на каждом направлении.

Для составления такой схемы необходимо сперва провести полевые исследования узлов. В рамках выпускной квалификационной работы были проведены аналогичные исследования, для изучения механизма транспортного моделирования. Для лучшей наглядности исследование проводилось по одной из наиболее загруженных улиц города (проспект Свободный). Применялось фотофиксирование транспортных узлов (рисунок 3.18 – 3.19) и дальнейшее их проецирование в программе для 3D моделирования «КОМПАС-3D-V16».



Рисунок 3.18 – Фотографирование пересечения проспекта Свободный и
улицы Лесопарковая



Рисунок 3.19 – Фотографирование пересечения проспекта Свободный и
улицы Маерчака

На рисунках 3.20 – 3.26 представлены схемы транспортных узлов, спроецированные с помощью программы «КОМПАС-3D-V16».

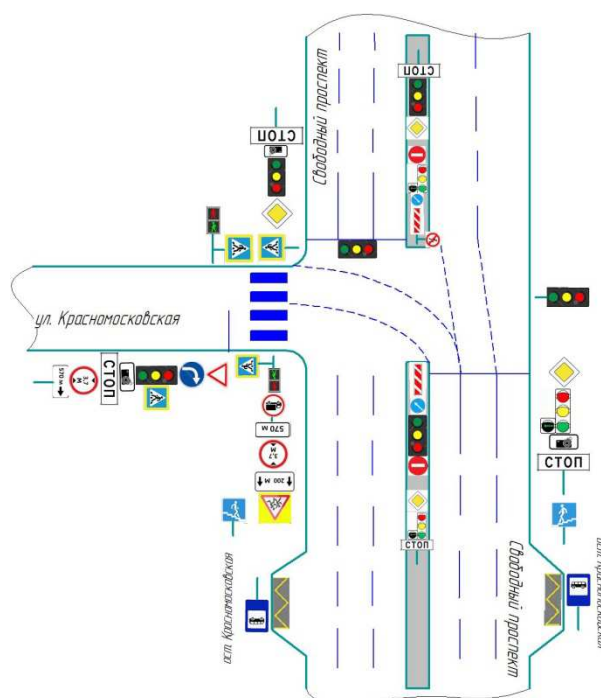


Рисунок 3.20 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы
Красномосковская

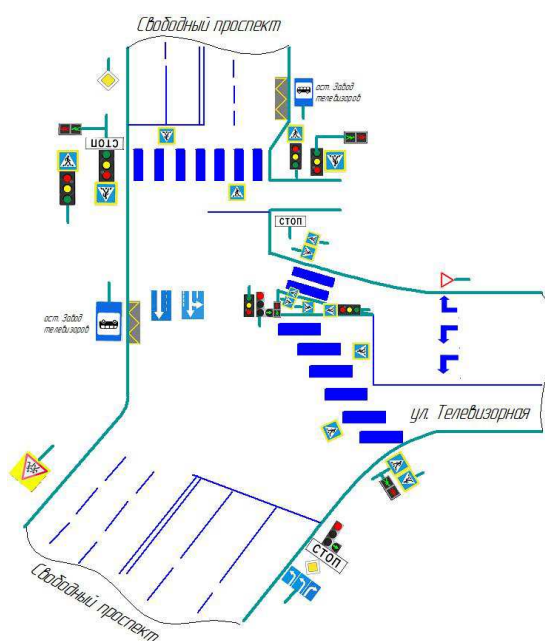


Рисунок 3.21 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы
Телевизорная

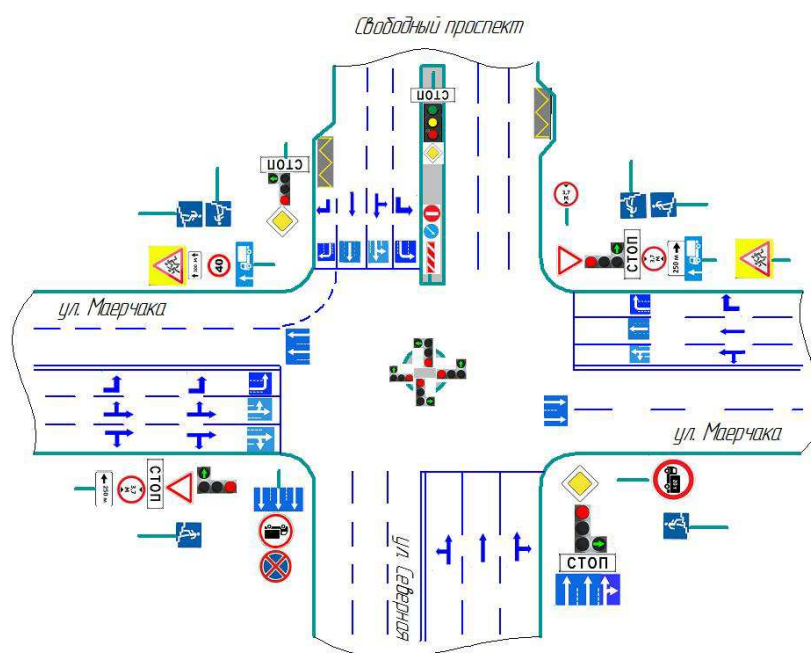


Рисунок 3.22 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы
Маерчака

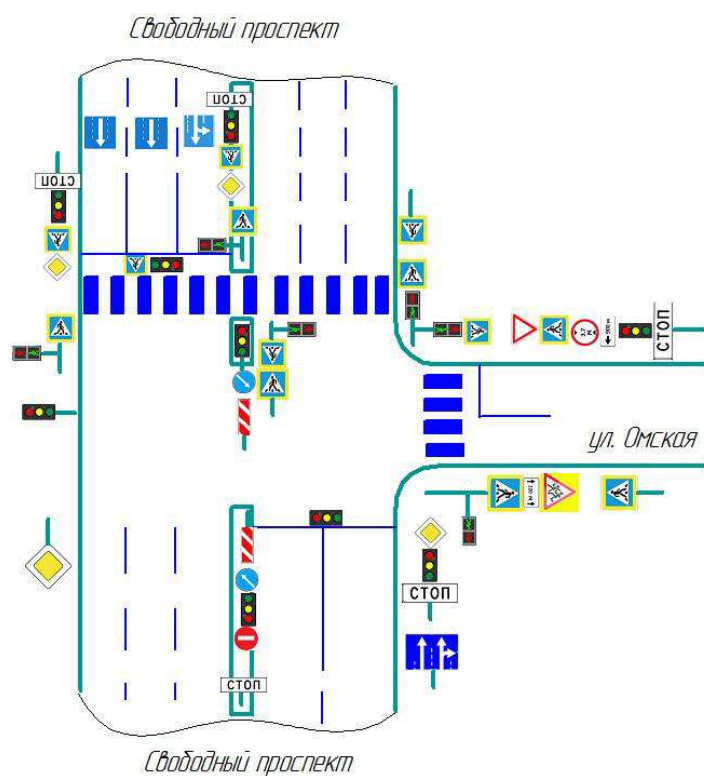


Рисунок 3.23 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы
Омская

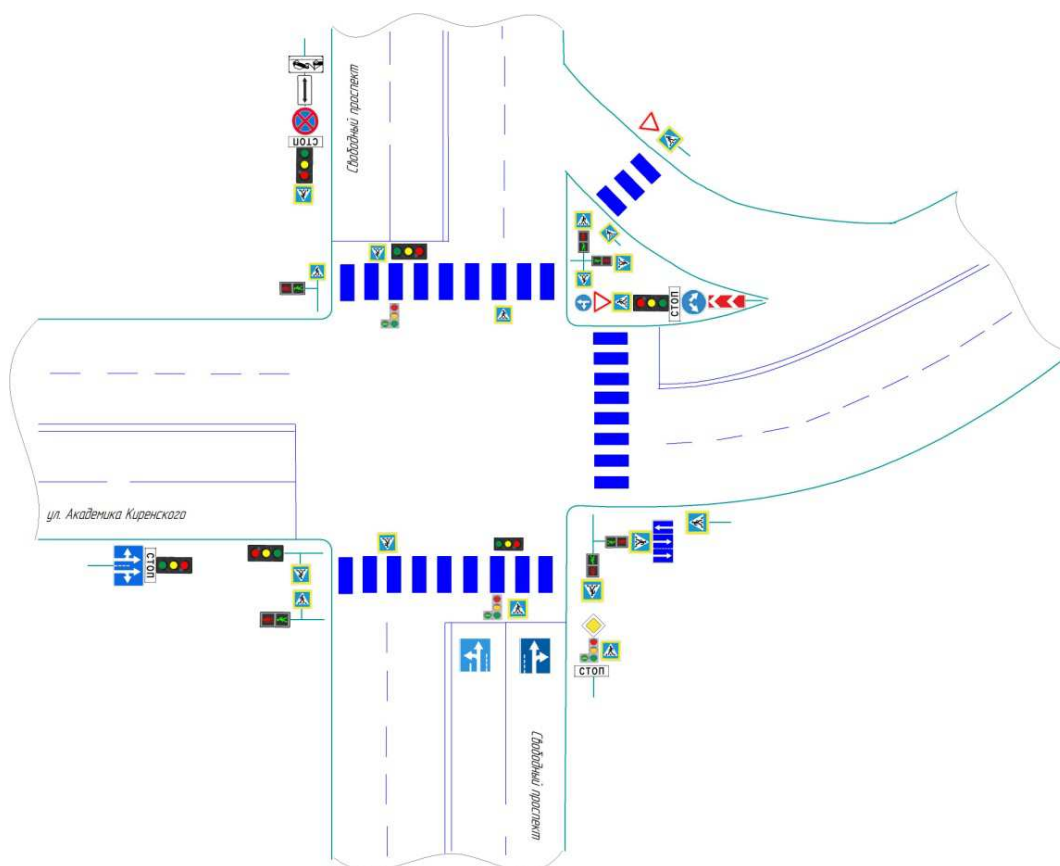


Рисунок 3.24 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы Академика Киренского

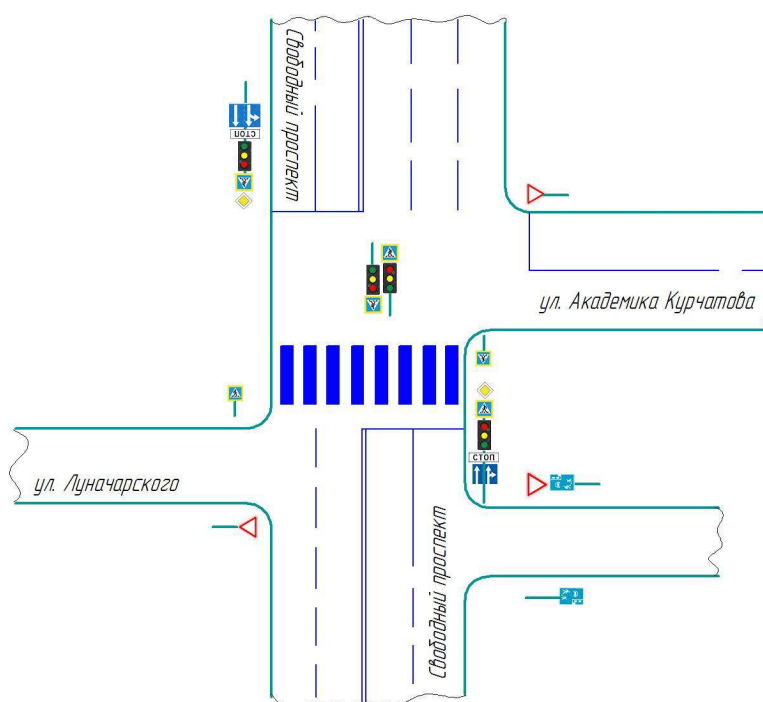


Рисунок 3.26 – Схема пересечения проспекта Свободный и улицы Академика Курчатова

Аналогичным образом созданы схемы двенадцати перекрестков по проспекту Свободный, с перенесением всех знаков, регулирующих движение на данных узлах. В исследование вошли пересечения проспекта Свободный с улицами: Лесопарковая, Академика Курчатова, Высотная, Академика Киренского, Телевизорная, Баумана, Новая Заря, Ладос Кецохели, Омская, Красномосковская, Маерчака, Северо-Енисейская.

Данные фотографирования, схемы в формате «рисунок JPEG» и «КОМПАС-фрагмент» переданы в МКУ «Красноярскгортранс» для применения в моделировании транспортной ситуации в городе Красноярск.

Выводы:

1. социологический опрос показал, что пассажиры готовы платить больше, чтобы получить более высокие показатели предоставления услуги общественного пассажирского транспорта в отношении безопасности, скорости и комфортабельности;

2. определены коэффициенты весомости для каждого фактора, характеризующего две транспортные альтернативы, значения полезностей альтернатив (0,9359 – для общественного транспорта общего пользования, 1,9667 – для личного транспорта индивидуального пользования) и вероятность принятия решения водителем личного автомобиля в пользу общественного пассажирского транспорта общего пользования (0,3);

3. в качестве мер по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта общего пользования предложены: повышение требований к персоналу (водители); информирование населения о приложениях, сайтах с онлайн трансляцией движения транспорта; оборудование остановочных пунктов электронными табло с временем прибытия автобусов; повышение контроля за регулярностью движения транспорта; охват большей протяженности дорог выделенными полосами; метро – скоростная альтернатива наземному общественному транспорту;

4. для реализации мер по улучшению транспортной ситуации необходимо проведение полевых исследований, моделирование существующей ситуации, определение интенсивности транспортных потоков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ российской и зарубежной нормативно-правовой базы и научных работ на тему определения предпочтений населения в выборе группы пассажирского транспорта показал, что существуют различные методы математического моделирования, применимые для подобного анализа на уровне одного города. В связи с особенностями сферы транспортного обслуживания населения (большое число факторов, характеризующих группы транспорта, которые к тому же могут относиться как к одной из альтернатив, так и быть общими для нескольких; индивидуальность формул расчета полезностей альтернатив), эффективно применимы могут быть лишь несколько моделей.

Благодаря математическим расчетам можно определить вероятность выбора той или иной группы транспорта населением, а так же посредством анализа представляется возможным найти те факторы, из-за которых выбор индивида складывается именно таким образом.

На основании изученного материала и проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. для определения предпочтений в выборе транспортной группы при большом количестве факторов, характеризующих альтернативы, наилучшим образом подходит модель Nested Logit;

2. нами предложено 12 основных показательных факторов, характеризующих две группы транспорта (общественный транспорт общего пользования и личные автомобили индивидуального пользования): время ожидания на остановке, необходимость пересадок, заполнение пассажирами, размер тарифа, расстояние до ТС, скорость движения, безопасность, комфортабельность, удобство маршрута, соответствие статусу, наличие парковок, стоимость топлива;

3. по результатам социологического исследования определены коэффициенты весомости для каждого фактора альтернатив (общественный

транспорт общего пользования и личные автомобили индивидуального пользования), значения полезностей альтернатив (0,9359 – для транспорта общего пользования, 1,9667 – для личного транспорта индивидуального пользования) и вероятность принятия решения водителем личного автомобиля в пользу общественного пассажирского транспорта (0,3);

4. основными причинами предпочтения личных автомобилей индивидуального пользования в городе Красноярске оказались три фактора: безопасность, длительность ожидания на остановке, скорость движения;

5. в качестве мер по повышению привлекательности общественного пассажирского транспорта общего пользования можно предложить: повышение требований к персоналу (водители); информирование населения о приложениях, сайтах с онлайн трансляцией движения транспорта; оборудование остановочных пунктов электронными табло с временем прибытия автобусов; повышение контроля за регулярностью движения транспорта; охват большей протяженности дорог выделенными полосами; метро – скоростная альтернатива наземному общественному транспорту.

Материалы диссертационной работы апробированы:

– XVI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2020», посвященная Году памяти и славы (75-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов), 2020 г., Красноярск, СФУ) – очное участие с докладом «Повышение привлекательности общественного пассажирского транспорта города Красноярска»;

– Шкопкина Д. О. Повышение привлекательности общественного пассажирского транспорта города Красноярска / Д. О. Шкопкина, А. И. Фадеев // Теоретический и практический потенциал современной науки : сборник научных статей. Ч. VI / Научный ред. д. пед. наук, проф. В.И. Спирина. – М.: Издательство «Перо», 2020. - С. 148-151.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 7.1–2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 30.06.2004. – Москва : Стандартинформ, 2004. – 41 с.

2. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : СФУ, 2014. – 59 с.

3. Артемьев, С. П. О рентабельности городского общественного пассажирского транспорта // Проблемы качества работы и эффективности автомобильного транспорта : Сб. науч. трудов / МАДИ. — Москва, 1985. — С. 4–7.

4. Бирюкова, О. Е., Тхориков, Б. А. Прогнозирование спроса на товары и услуги фирмы : выпускная квалификационная работа / О. Е. Бирюкова. – Белгород, 2016 – 70 с.

5. Большаков, А. М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством : дис. ... канд. экон. наук. – Москва, 1981. – 174 с.

6. Борковская, И. М. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учебно-методическое пособие для студентов экономических специальностей заочной формы обучения / И. М. Борковская – Минск : БГТУ, 2018. – 129 с.

7. Варелопуло, Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте : науч. изд. / Г. А. Варелопуло. – Москва : Транспорт, 1990. – 208 с.

8. Веселов, М. Спасибо деду за надежду. Что известно о метро в Красноярске [Электронный ресурс] : Новостной интернет-портал – Режим доступа: <https://www.babr24.com>.

9. Грачев, Н. Дату строительства метро в Красноярске перенесли [Электронный ресурс] : информационный интернет-портал – Режим доступа: <https://journal.n1.ru>.

10. Гудков, В. А. Качество пассажирских перевозок: возможность исследования методами социологии. / В. А. Гудков, М. М. Бочкарёва, Н. В. Дулина. – Волгоград, 2008. – 163 с.

11. Гудков, В. А., Миротин, Л. Б., Вельможин, А. В., Ширяев, С. А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / Под ред. В. А. Гудкова. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.

12. Знаенко, Н. С. Основы эконометрики в схемах и таблицах : учеб. пособие / Н. С. Знаенко. – Ульяновск : УВАУ ГА(И), 2011. – 355 с.

13. Кравченко, Е. А. Стратегия повышения качества перевозок населения / Е. А. Кравченко, Е. Е. Кравченко // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2008. – № 3. – С. 41–44.

14. Магну, Я. Р. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. / Я. Р. Магну, П. К. Катыше, А. А. Пересецки — 6-изд., перераб. доп. – Москва : Дело, 2004. – 576 с.

15. Максимкин, В. Н. Управление качеством перевозок пассажиров автобусами в городском сообщении [Электронный ресурс] : Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Максимкин В. Н. – Москва : РГБ, 2003. – 180 с.

16. Муленко, О. В. Маркетинговые исследования пассажирских перевозок : учебно-методическое пособие / О. В. Муленко : Ростов – Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2008. – 36 с.

17. Нохрина, Г. Л. Эконометрика : учеб. пособие / Г.Л. Нохрина. – Екатеринбург : УГЛУ, 2014. – 8 с.

18. Пронина, Е. В. Совершенствование процесса функционирования логистической системы управления пассажирскими перевозками: дис. канд. экон. наук. / Е. В. Пронина. – Саратов, 2015. – 191 с.

19. Савина, Л. С., Белянин, А. В. Как пересадить автомобилистов на общественный транспорт : выпускная квалификационная работа / Л. С. Савина. – Москва, 2013 – 85 с.

20. Серебровская, Е. Скоро можно будет строить: в Красноярске утвердили планировку территории для метрополитена [Электронный ресурс] : Электронная газета «Комсомольская правда» - Режим доступа: <https://www.krsk.kp.ru>.

21. Сидоров, Е. А. Экономическая и социальная эффективность использования автобусов большой вместимости при организации транспортного обслуживания населения в городах: дис. ... канд. экон. наук. – Москва, 1989. – 214 с.

22. Спирин, И. В. Научные основы комплексной реструктуризации городского автобусного парка : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.10 / И. В. Спирин. – Москва, 2007. – 38 с.

23. Стриганова, Т. Испанский метод, окупаемость и проезд по 30 рублей: что известно о метро в Красноярске [Электронный ресурс] : Новостной интернет-портал – Режим доступа: <https://ngs24.ru>.

24. Тихов, М. С. Эконометрические модели с цензурированными данными: Учебно-методическое пособие. / Т. С. Бородина – Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2012. – 50 с.

25. Федотов, А. И. Методика подготовки диссертации: Учебно-методическое пособие / А. И. Федотов – Иркутск, 2016. – 118 с.

26. Хафизова, А. В. Обеспечение конкурентоспособности услуг по перевозке пассажиров автобусами в городском сообщении : автореф. дисс. канд. экон. наук. / А. В. Хафизова. – Уфа, 2010. – С. 25.

27. Шабанов, А. В. Региональные логистические системы общественного транспорта: методология формирования и механизм управления: науч. изд. / А. В. Шабанов – Ростов н/Д : Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 205 с.

28. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков : монография / В. И. Швецов. – Москва : Институт системного анализа РАН, 2003. – 240 с.

29. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации : науч. изд. / В. К. Шитиков Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

30. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision VISUM : монография / М. Р. Якимов, Ю.А. Попов. – Москва : Логос, 2014. – 200 с.

31. Яковлева, Н. Ф. Социологическое исследование : учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2014. – 250 с.

32. Якунин, Н. Н. Модель организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом по маршрутам регулярных перевозок / Н. Н. Якунин, Н. В. Якунина, А. В. Спирин // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2013. – № 3. – С. 63-66.

33. Australian Transport Assessment and Planning (2016). Overview of transport modeling (electronic source), Australian Government : Canberra. Available at: www.atap.gov.au/tools-techniques/travel-demand-modelling/2-overview.aspx (accessed 10 January 2020).

34. Avkiran, N. K. (1994) Developing an instrument to measure customer service quality in branch banking. International Journal of Bank Marketing, vol. 12, no 6, pp. 10-18.

35. Ben-Akiva, M. (2019) Foundations of stated preference elicitation: consumer behavior and choice-based conjoint analysis. Foundations and Trends in Econometrics, vol. 10, no. 1-2, pp 1-144.

36. Beirao, G., Cabral, J.A.S. (2007) Understanding attitude towards public transport and private car: A qualitative study. Transport Policy.

37. Daly, A., Fox, J., Patruni, B., Milthorpe F. (2011) Pivoting in travel demand models. In European Transport Conference, Glasgow.

38. De Jong, G. (2015) On including travel time reliability of road traffic appraisal. *Transport Research Part A: Policy and practice*, vol. 73, pp 80-95.
39. Frank, S., Chandra, B. (2015) A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models. // U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration.
40. Horowitz, J.L. (1987). Specification Tests for Nested Logit Models, *Environment and Planning A*, 19(3), pp.395-402
41. Litman, T. (2008) Generated Traffic and Induced Travel – Implication for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute.
42. McFadden, D., (1978). Modelling the Choice of Residential Location. In Karlquist, A. et al. (Eds.), *Spatial Interaction Theory and Residential Location*, North-Holland, pp. 75-96.
43. Ortúzar, J., Willumsen, L. (1994) *Modelling Transport* 2nd Edition. John Wiley and Sons, New York.
44. Parasuraman, A. (1985) A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, vol. 49 (4)., pp. 41–50.
45. Rich, J., Holmblad, P.M., and Hansen, C.O. (2009). A Weighted Logit Freight Mode Choice Model. *Transportation Research Part E*, 45(6), pp. 1106-1019.
46. Samuelson, P. (1952) The transfer problem and transport costs: the terms of trade when impediments are absent. *Economic Journal*, 62: 278-304.
47. Tobin, J. (1958) Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica*, v. 26, pp. 24-36.
48. Verzosa, N., Greaves, S., Ho, C., Davis, M. (2018) Willingness to participate in travel surveys: A cross-country and cross-methods comparison. *Australasian Transport Research Forum* (electronic source), pp. 5. Available at: https://atrf.info/papers/2018/files/ATRF2018_paper_71.pdf (accessed 15 November 2019).

49. Wardrop, J. G. (1952). Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. Proceedings of the Institute of Civil Engineers, Part II, vol.1, pp. 325–378.
50. Wilson, A.G. (1970). Entropy in Urban and Regional Modelling. Pion, London, UK.
51. Zeithaml, A., Valarie, A. (1986) Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations. The Free Press.
52. Zsolt, S. (2009) Multinomial discrete choice models. Quantile, no.7, pp. 9-19.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

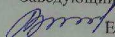
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е. С. Воеводин

« 07 » 07 20 20 г.

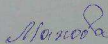
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Повышение уровня привлекательности общественного
пассажирского транспорта города Красноярска»

23.04.01 Технология транспортных процессов

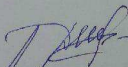
23.04.01.01 Организация перевозок и управление
на автомобильном транспорте

Научный руководитель



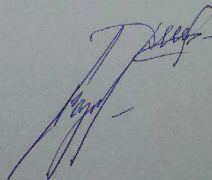
канд. тех. наук,
доцент Е. Г. Махова

Выпускник



Д. О. Школкина

Рецензент



заместитель руководителя
МКУ «Красноярскгортранс»
С. А. Барсуков

Красноярск 2020